

การพัฒนาหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท

นายอภิรักษ์ สุโส

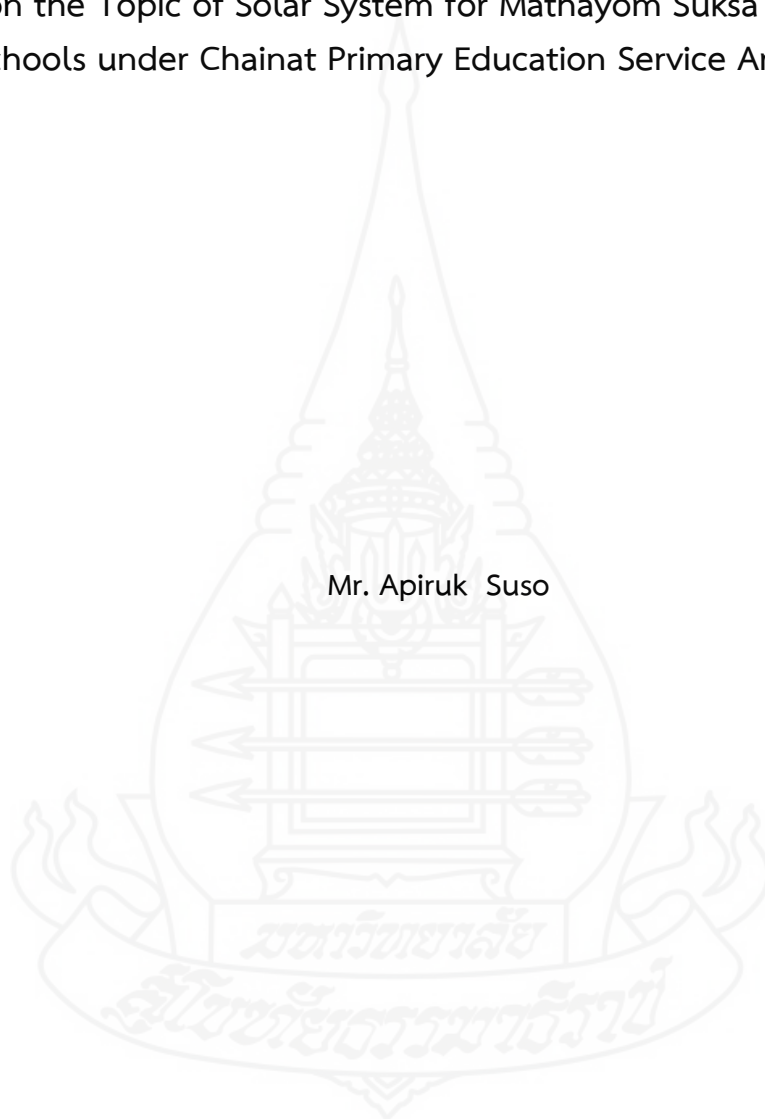


การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

พ.ศ. 2559

Development of a Virtual Technology Text in the Science Learning
Area on the Topic of Solar System for Mathayom Suksa III students in
Schools under Chainat Primary Education Service Area Office

Mr. Apiruk Suso



An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Education in Educational Technology and Communications

School of Educational Studies

Sukhothai Thammathirat Open University

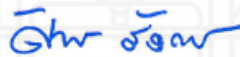
2016

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ การพัฒนาหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
ประถมศึกษาชัยนาท

ชื่อและนามสกุล นายอภิรักษ์ สุโส
แขนงวิชา เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.คันสนีย์ สังสรรค์อนันต์

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 29 สิงหาคม 2560

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ



ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.คันสนีย์ สังสรรค์อนันต์)



กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ)



(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ การพัฒนาหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท
ผู้ศึกษา นายอภิรักษ์ สุโส **รหัสนักศึกษา** 2582700643
ปริญญา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา)
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ศันสนีย์ สังสรรค์อนันต์ **ปีการศึกษา** 2559

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มี
ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด (2) ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจาก
หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ และ
(3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการ
เรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาใน
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท จำนวน
50 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ได้แก่ (1) หนังสือเรียนด้วย
เทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ (2) แบบทดสอบก่อน
เรียนและหลังเรียนแบบคู่ขนาน และ (3) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเรียน
ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่องระบบสุริยะ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่า
ประสิทธิภาพ E_1/E_2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่

ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพ
81.06/82.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 (2) นักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเรียนด้วย
เทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่องระบบสุริยะ มีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติที่ระดับ .05 และ (3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน
เรื่องระบบสุริยะ ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน ระบบสุริยะ มัธยมศึกษา

Independent Study title: Development of a Virtual Technology Text in the Science Learning Area on the Topic of Solar System for Mathayom Suksa III Students in Schools under Chainat Primary Education Service Area Offices

Author: Mr. Apirak Suso; **ID:** 2582700643;

Degree: Master of Education (Educational Technology and Communications);

Independent Study advisor: Dr. Sunsanee Sungsunanun, Associate Professor;

Academic year: 2016

Abstract

The purposes of this research were (1) to develop a virtual technology text in the Science Learning Area on the topic of Solar System for Mathayom Suksa III students based on the pre-determined efficiency criterion; (2) to study the learning progress of the students learning from the virtual technology text in the Science Learning Area on the topic of Solar System; and (3) to study the satisfactions of the students with the virtual technology text in the Science Learning Area on the topic of Solar System.

The research sample consisted of 50 Mathayom Suksa III students studying at a school under Chainat Primary Education Service Area Office during the second semester of the 2016 academic year, obtained by cluster sampling. Research instruments comprised (1) a virtual technology text in the Science Learning Area on the topic of Solar System; (2) two parallel forms of an achievement test for pre-testing and post-testing; and (3) a questionnaire on student's satisfaction with the virtual technology text in the Science Learning Area on the topic of Solar System. Statistics employed for data analysis were the E_1/E_2 efficiency index, mean, standard deviation, and t-test.

Research findings showed that (1) the developed virtual technology text in the Science Learning Area on the topic of Solar System for Mathayom Suksa III students was efficient at 81.06/82.00; thus meeting the set efficiency criterion of 80/80; (2) the students learning from the virtual technology text in the Science Learning Area on the topic of Solar System achieved learning progress significantly at the .05 level; and (3) the students were satisfied with the virtual technology text in the Science Learning Area on the topic of Solar System at the highest level.

Keywords: Virtual technology text, Solar System, Mathayom Suksa

กิตติกรรมประกาศ

การทำการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ศันสนีย์ สังสรรค์อนันต์ อาจารย์ที่ปรึกษาค้นคว้าอิสระ ที่ได้กรุณาสละเวลาให้ คำปรึกษา คำแนะนำในการศึกษาวิจัยตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสมบูรณ์ตลอดมา รวมทั้งขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ กรรมการสอบที่ให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำในการ แก้ไขข้อบกพร่อง ทำให้การศึกษาค้นคว้าอิสระถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย ดร.สายทิพย์ ยะฟู อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวิจัยและวัดผลประเมินผล นายยอดชาย มานีม ผู้อำนวยการ ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านสะเดาซ้าย ตำบลมาบแก อำเภอ ลาดยาว จังหวัดนครสวรรค์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครสวรรค์ เขต 2 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา นางวัชรภรณ์ ยอดตลาด ครูชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนบ้านคลองสมบูรณ์ ตำบลแม่เป็น อำเภอแม่เป็น จังหวัดนครสวรรค์ สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาประถมศึกษานครสวรรค์ เขต 2 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ดร.ไกรวิชญ์ ดีเอม อาจารย์ ภาควิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา ขอขอบคุณ ดร.สุชาติ กลัดสุข ผู้อำนวยการโรงเรียนสรรพวิทยานายกฤษฎา ศรีฉ่ำ ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดสกุณาราม นายชัยชาญ ศรีทรง ผู้อำนวยการโรงเรียน วัดโพงาม และนายปรีชา สุดมี ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดโบสถ์ราษฎร์บำรุง ที่อำนวยความสะดวกใน การเก็บข้อมูลครั้งนี้ รวมถึงนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่ง

ประโยชน์ที่ได้รับในการทำวิจัยในครั้งนี้ ขอโน้มระลึกถึงพระคุณบิดามารดา ผู้ซึ่งเป็น พรหมของบุตร ให้ทุนทรัพย์ และกำลังใจในการศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาที่สละเวลาประสิทธิประสาท วิชาความรู้ให้คำแนะนำ คำปรึกษา ทำให้ผู้วิจัยมีกำลังใจ พยายามที่จะฝ่าฟันอุปสรรคต่างๆ จนสำเร็จ การศึกษา

อภิรักษ์ สุโส
สิงหาคม 2560

สารบัญ

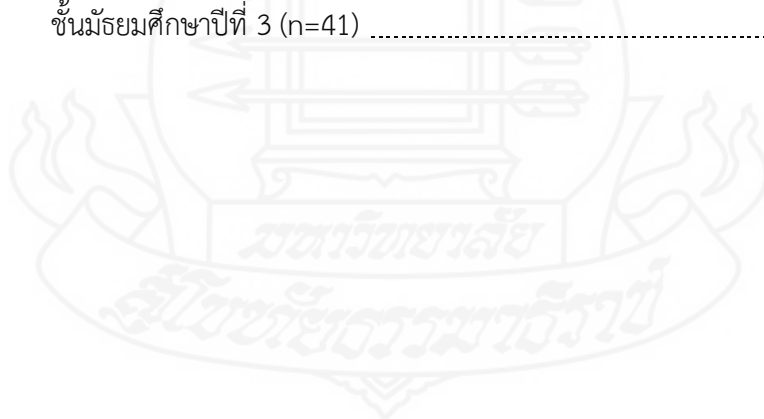
	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	5
สมมติฐานการวิจัย	5
ขอบเขตการวิจัย	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
ประโยชน์ที่ได้รับ	7
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	8
เทคโนโลยีความจริงเสมือน	8
การออกแบบและจัดทำหนังสือ	12
การสอนวิทยาศาสตร์	24
การหาประสิทธิภาพหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน	34
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท	36
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	41
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	46
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	46
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	47
การเก็บรวบรวมข้อมูล	51
การวิเคราะห์ข้อมูล	52
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	53
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	55
ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	55
ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเรียน ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	58

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยี ความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	58
บทที่ 5 รายละเอียดต้นแบบชิ้นงาน	61
ภาคที่ 1 คู่มือการใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน	62
ภาคที่ 2 คู่มือการเรียนรู้ด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน	70
ภาคที่ 3 แบบฝึกหัด	79
ภาคที่ 4 รายละเอียดของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน	104
บทที่ 6 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	116
สรุปการวิจัย	116
อภิปรายผล	118
ข้อเสนอแนะ	120
บรรณานุกรม	122
ภาคผนวก	126
ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย	127
ข คะแนนแบบฝึกปฏิบัติ คะแนนทดสอบก่อนเรียน และคะแนนทดสอบหลังเรียน ในการทดลองแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม	129
ค การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา รายชื่อ (IOC) ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ	138
ง แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนและตารางวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจ ของนักเรียน	158
จ แบบประเมินคุณภาพของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคโนโลยี)	161
ฉ แบบประเมินคุณภาพของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา)	163
ช แบบประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ (สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านวัดและประเมินผลหนังสือเรียน)	165
ประวัติผู้ศึกษา	167

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1	วิธีการรวมเล่มการเย็บปกหรือเย็บแบบมุงหลังคา 20
ตารางที่ 3.1	ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 50
ตารางที่ 3.2	การเก็บข้อมูลการใช้หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนกับกลุ่มตัวอย่าง 52
ตารางที่ 4.1	ผลการทดสอบประสิทธิภาพของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ ในการทดสอบแบบเดี่ยว (n = 3) 56
ตารางที่ 4.2	ผลการทดสอบประสิทธิภาพของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะ ในการทดสอบแบบกลุ่ม (n = 6) 57
ตารางที่ 4.3	ผลการทดสอบประสิทธิภาพของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ ในการทดสอบแบบภาคสนาม (n = 41) 57
ตารางที่ 4.4	ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยี ความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (n=41) 58
ตารางที่ 4.5	ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (n=41) 59



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน	29
ภาพที่ 2.2 หน่วยงานในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท	38
ภาพที่ 5.1 เลือกติดตั้งแอปพลิเคชัน	75
ภาพที่ 5.2 เลือกยอมรับการติดตั้ง	75
ภาพที่ 5.3 ระบบกำลังดำเนินการติดตั้งแอปพลิเคชัน	76
ภาพที่ 5.4 เลือกแอปพลิเคชัน	76
ภาพที่ 5.5 เลือกสัญลักษณ์รูปสามเหลี่ยม	76
ภาพที่ 5.6 เลือกสัญลักษณ์รูปแวนชยาย	77
ภาพที่ 5.7 พิมพ์ SSM3 ในช่องค้นหา	77
ภาพที่ 5.8 เลือกรูปภาพที่ต้องการส่ง	77
ภาพที่ 5.9 เลือก FOLLOW แล้วเลือกสัญลักษณ์รูปสี่เหลี่ยมด้านล่างของจอ	77
ภาพที่ 5.10 นำไปส่งกับภาพในหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน	78
ภาพที่ 5.11 แสดงวิถีทัศน์พร้อมเสียง	78
ภาพที่ 5.12 หน้าปกหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน	105
ภาพที่ 5.13 คู่มือการใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน	106
ภาพที่ 5.14 แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่องระบบสุริยะ	107
ภาพที่ 5.15 กำเนิดระบบสุริยะ	108
ภาพที่ 5.16 แบบฝึกหัดที่ 1 กำเนิดระบบสุริยะ	108
ภาพที่ 5.17 องค์ประกอบของระบบสุริยะ	109
ภาพที่ 5.18 เนื้อหา ดาวเคราะห์	109
ภาพที่ 5.19 แบบฝึกหัดที่ 2 องค์ประกอบในระบบสุริยะ	110
ภาพที่ 5.20 แบบฝึกหัดที่ 3 ดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ	110
ภาพที่ 5.21 เนื้อหาดาวเคราะห์น้อย	111
ภาพที่ 5.22 เนื้อหาดาวหาง	111
ภาพที่ 5.23 แบบฝึกหัดที่ 4 ดาวเคราะห์น้อยและดาวหาง	112
ภาพที่ 5.24 เนื้อหาอุกกาบาต	112
ภาพที่ 5.25 เนื้อหาดาวเคราะห์แคระ	113
ภาพที่ 5.26 แบบฝึกหัดที่ 5 อุกกาบาตและดาวเคราะห์แคระ	113
ภาพที่ 5.27 แบบทดสอบหลังเรียน	114
ภาพที่ 5.28 ผู้จัดทำ	115

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

1.1 สภาพที่พึงประสงค์ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

ปัจจุบันโลกมีความเจริญก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ ของทุกภูมิภาคของโลกเข้าด้วยกัน กระแสการปรับเปลี่ยนทางสังคมที่เกิดขึ้นในศตวรรษที่ 21 เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนการสอน ครูจึงต้องมีความตื่นตัวและเตรียมพร้อมในการจัดการเรียนรู้เพื่อเตรียมความพร้อมให้นักเรียนมีทักษะสำหรับการออกไปดำรงชีวิตในโลกในศตวรรษที่ 21 ครอบคลุม (1) ด้านวิธีการสอน (2) ด้านนักเรียน และ (3) ด้านสื่อการสอน ดังนี้

1.1.1 ด้านวิธีการสอน ครูสามารถจัดการเรียนรู้ด้วยระบบสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับแหล่งเรียนรู้ได้ทั่วโลกผ่านทางอินเทอร์เน็ต ผสมผสานกันระหว่างเทคโนโลยีการสื่อสารและเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ ที่สามารถจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่อการสอนได้หลากหลาย สามารถสืบค้น ไขข้อ ไขปัญหา ปรับปรุงเนื้อหาให้ทันสมัยและพิชิตตลอดเวลา ภพ เลหาไพบุลย์ (2542, น. 123) กล่าวว่าวิธีสอนหรือกิจกรรมในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่นิยมใช้มีหลายวิธี แต่ไม่มีข้อมูลยืนยันว่ามีวิธีสอนหรือกิจกรรมใดที่ดีที่สุดเหมาะสมกับทุกสถานการณ์ ดังนั้นครูวิทยาศาสตร์จึงต้องใช้ดุลยพินิจในการเลือกใช้วิธีสอนที่เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน เนื้อหาวิชา ตลอดจนอุปกรณ์การสอนที่มีอยู่ วิธีสอนวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับว่ามีความเหมาะสมกับธรรมชาติของวิชา

1.1.2 ด้านนักเรียน นักเรียนสามารถแสดงความคิดสร้างสรรค์ ใช้ประโยชน์จากสื่อดิจิทัลและสภาพแวดล้อมทางดิจิทัลเพื่อสื่อสารและทำงานร่วมกันรวมทั้งเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคำตอบ หรือตัดสินใจโดยอาศัยข้อมูล ใช้กระบวนการต่างๆ และแนวทางที่หลากหลายเพื่อสำรวจทางเลือกอื่นๆ

1.1.3 ด้านสื่อการสอน สื่อการสอนช่วยให้การนำเสนอเนื้อหาและบทเรียนที่ซับซ้อนให้เข้าใจและจดจำได้ง่าย สามารถนำมาสร้างกิจกรรมที่เชื่อมโยงกับบทเรียนให้ครูสามารถนำไปใช้ในห้องเรียนได้ ฝึกคิด แก้ปัญหา และสร้างเนื้อหา เมื่อสื่อมีความน่าสนใจก็จะสร้างแรงบันดาลใจให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อรายวิชาวิทยาศาสตร์ ได้เป็นอย่างดี การใช้สื่อเทคโนโลยีทำให้นักเรียนเกิดจินตนาการ เช่นเวลาที่สอนเรื่องโครงสร้างบางครั้งนักเรียนไม่สามารถมองภาพได้ แต่เมื่อมีสื่อ ก็จะทำให้นักเรียนมองภาพชัดขึ้น บวกกับสถานการณ์จำลองที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ จะทำให้เขารู้จักคิดและมีทักษะกระบวนการแก้ปัญหาได้ด้วย

1.2 สภาพที่เป็นอยู่ปัจจุบันในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท มีสภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ครอบคลุม (1) ด้านวิธีการสอน (2) ด้านนักเรียน และ (3) ด้านสื่อการสอน ดังนี้

1.2.1 ด้านวิธีการสอน การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่จัดการเรียนการสอนโดยครูเป็นผู้บรรยายเนื้อหาต่างๆ แล้วมอบหมายงานให้นักเรียนทำหรือเป็นการบ้าน และมีการใช้รูปแบบการสอนแบบอื่นๆ หลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับเนื้อหาสาระในแต่ละบทเรียน ซึ่งครูผู้สอนเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนการสอน ครูผู้สอนใช้เวลาส่วนใหญ่ในการบรรยายในบางบทเรียน ทำให้เวลาในการจัดกิจกรรมของนักเรียนลดน้อยลง รวมถึงปัญหาการสื่อสารระหว่างผู้สอนกับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในบทเรียน และสามารถตอบสนองให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น จะต้องอาศัยกระบวนการสอนที่ดี และรูปแบบของการสื่อสารที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ รวมถึงการพัฒนาทางการศึกษาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.2.2 ด้านนักเรียน ปัจจัยหนึ่งที่ทำให้นักเรียนมีผลการเรียนอ่อนลง มาจากความสนใจของตัวนักเรียนเองที่พบว่านักเรียนให้ความสนใจเรื่องของสื่อเพื่อความบันเทิงมากขึ้น ทำให้ความสนใจในการศึกษาหาความรู้ลดน้อยลง ทั้งนี้ เนื่องจากสภาพสังคมไทยเปลี่ยนแปลงไป ความเจริญทางด้านเทคโนโลยีเข้ามาสู่สังคมไทยอย่างรวดเร็ว แต่ยังขาดการสร้างภูมิคุ้มกันในการใช้เทคโนโลยี ทำให้เยาวชนไทยใช้เทคโนโลยีไปในทางที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์มากเกินไป อีกทั้งใช้เวลาส่วนใหญ่อยู่กับการ เล่นเกม หรือการใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ จนไม่สนใจในด้านการศึกษา อีกทั้งการจัดการเรียนการสอนที่ไม่มีกิจกรรมหรือสื่อที่ทันสมัยดึงดูดความสนใจของนักเรียนก็ยิ่งทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายและไม่สนใจในการเรียนในวิชานั้นๆ

1.1.3 ด้านสื่อการสอนที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนหลายๆ โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโรงเรียนขนาดเล็กที่ขาดแคลนงบประมาณในการจัดซื้อสื่อหรือวัสดุ อุปกรณ์การทดลอง ทำให้โรงเรียนมีสื่อการสอนไม่เพียงพออีกทั้งสื่อการที่ชำรุดไม่สามารถใช้อย่างมีประสิทธิภาพหรือสื่อนั้นไม่มีความทันสมัย หรือครูผู้สอนไม่มีความชำนาญในการใช้สื่อการสอน ทำให้การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ครูใช้ สื่อสิ่งพิมพ์เป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ หนังสือเรียน ใบงาน ใบความรู้ ขาดสื่อที่เป็นเทคโนโลยีที่ทันสมัยที่ช่วยในการเรียนรู้และค้นคว้าเพิ่มเติม

1.3 สภาพที่เป็นปัญหาในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

เมื่อเทียบลักษณะอันพึงประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาทกับสภาพที่เป็นอยู่ปัจจุบัน พบว่า มีสภาพที่เป็นปัญหาในการจัดการเรียนการสอน 3 ด้านได้แก่

1.3.1 ด้านวิธีการสอน พบว่าปัญหาส่วนใหญ่เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่ผู้สอนมีบทบาทมากกว่านักเรียน วิธีสอนยังเน้นการบรรยาย การเล่า โดยเน้นเนื้อหา มากกว่ากระบวนการค้นหาความรู้ และผู้สอนยังขาดเทคนิคในการสอนที่เหมาะสม ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดการเบื่อหน่ายในการเรียน ขาดเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2542, น. 73) อีกทั้งครูที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์บางส่วนไม่ได้มีความรู้ด้านวิทยาศาสตร์

โดยตรงเนื่องจากไม่ได้สำเร็จการศึกษาในสาขาวิทยาศาสตร์ ทำให้ขาดความทักษะในการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้สื่อวัสดุหรืออุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้สอนจะไม่สอนวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะการทดลอง โดยให้นักเรียนผ่านดาวเทียม “ครูตู้” และในบางโรงเรียนมีจำนวนครูไม่เพียงพอกับจำนวนห้องเรียน โดยเฉพาะโรงเรียนขนาดเล็ก ซึ่งครูหนึ่งคนจำเป็นต้องสอนนักเรียน 2 ชั้นในห้องเรียนเดียวกัน โดยครูผู้สอนเพียงคนเดียว หรือที่เรียกว่า “การสอนแบบคละชั้น” ทำให้สภาพห้องเรียนไม่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.3.2 ด้านนักเรียน พบว่านักเรียนไม่ให้ความสนใจในการเรียนเท่าที่ควร เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนของครูไม่มีกิจกรรมและสื่อที่ทันสมัยมาดึงดูดความสนใจให้กับนักเรียน อีกทั้งนักเรียนยังขาดความกระตือรือร้นในการเรียน และใช้เวลาส่วนใหญ่ไปกับการเล่นเกม หรือการเล่นสื่อสังคมออนไลน์ จึงทำให้นักเรียนมีผลการเรียนที่ต่ำลง

1.3.3 ด้านสื่อการสอน พบว่าในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ไม่ใช้สื่อการสอน หรือสื่อการสอนไม่เพียงพอ ไม่มีความทันสมัย ก็จะส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจในบทเรียนทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลทำให้ผลสัมฤทธิ์การเรียนของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ลดต่ำลง

1.4 ความพยายามในการแก้ปัญหาการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

จากปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของโรงเรียนใน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ อาจเนื่องมาจากสาเหตุการจัดการจัดการเรียนการสอน วิธีสอน ครูผู้สอน นักเรียน และสื่อการสอนเนื่องจากสื่อการสอนเป็นตัวกลางในการเชื่อมโยงความรู้ เป็นตัวช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในกิจกรรมทางการเรียน ทำให้นักเรียนสนุกกับการเรียนรู้ สามารถเรียนรู้ได้จากสื่ออย่างใกล้ชิด ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาจึงสนใจในการพัฒนาหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท เพื่อให้ นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ จากการปฏิบัติ และสามารถสรุปองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง เกิดทักษะทางการเรียนรู้ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และสามารถนำความรู้ ทักษะการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงการเรียนการสอนของครูให้มีประสิทธิภาพ โดยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนที่สร้างขึ้นนี้ได้ กำหนดรายละเอียดของเนื้อหาและกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังให้สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ ที่นำไปสู่การเรียนรู้ด้วยตัวของนักเรียนเองเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถของตนเอง นอกจากนี้การเรียนจากหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนยังช่วยกระตุ้นความสนใจ และเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนให้นักเรียนสามารถเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้นและสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย สามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ไปศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีความจริงเสมือนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีผู้ได้ทำการวิจัยมา 3 ท่าน ดังนี้

ปัญญารัตน์ ทับเปีย (2555, น. 79) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดสื่อประสมแบบโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง เรื่อง โครงสร้างและการทำงานของหัวใจ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ชุดสื่อประสมแบบโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง เรื่อง โครงสร้างและการทำงานของหัวใจ มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 81.33/81.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากชุดสื่อประสมแบบโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง เรื่อง โครงสร้างและการทำงานของหัวใจ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยชุดสื่อประสมแบบโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และนักเรียนมีความคิดเห็นในระดับมากที่สุดทุกรายการประเมิน

เพชรพรพรรณ เพชรเวช (2557, น. 74) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้อะบบระบบสุริยะจักรวาลโดยใช้เทคโนโลยีออกเมนต์เรียลลิตี้ ผลการวิจัยพบว่าหนังสือเสริมรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะจักรวาลในรูปแบบออกเมนต์เรียลลิตี้ลักษณะ 3 มิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สร้างความน่าสนใจให้กับนักเรียนที่ได้พบเห็น และช่วยทำให้นักเรียนมีความรู้เรื่องระบบสุริยะและเรื่องที่เกี่ยวข้องได้หลากหลาย

ณัฐฐาน์ นิธิภัทร์มณีโชค (2558, น. 56) ได้ทำการวิจัยเรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบหมุนเวียนโลหิตด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบหมุนเวียนโลหิตด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง มีประสิทธิภาพของบทเรียนมีค่า 1.98 สูงกว่าเกณฑ์ 1.00 ของเมกุยแกนส์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนของนักเรียน อยู่ในระดับ ดีมาก

โดยสรุป จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ เทคโนโลยีเสมือนจริง พบว่า การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงที่พัฒนาด้วยกระบวนการทดสอบประสิทธิภาพ เมื่อนำไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน ส่งผลให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้น เพราะเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น สนใจ ให้ความเอาใจใส่ในบทเรียน และมีการประเมินผลเป็นระยะๆ ทำให้เกิดการเสริมแรงให้กับนักเรียนได้รับรู้ผลการเรียนของตนเองตลอดส่งผลให้นักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

1.5 แนวทางการดำเนินการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือนเป็นสื่อที่มีบทบาทในการจัดการเรียนการสอน และช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ ถือได้ว่าเป็นการแก้ปัญหาในด้านการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ได้อย่างบรรลุวัตถุประสงค์ การเรียนการสอนในปัจจุบันมีเทคนิคมากมายและได้มีการนำเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์มาใช้พัฒนาการเรียนการสอน เทคโนโลยีความจริงเสมือนนับเป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีโอกาสศึกษาสิ่งใหม่ๆ นักเรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามความถนัดและความสนใจของนักเรียน และสามารถเห็นความก้าวหน้าทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมีการประเมินระหว่างเรียน และหลังเรียน ทำให้นักเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อพัฒนาหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท

2.2 วัตถุประสงค์เฉพาะ

2.2.1 เพื่อพัฒนาหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.2.2 เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ

2.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ

3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

3.2 นักเรียนที่เรียนจากหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ มีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05

3.3 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

4. ขอบเขตการวิจัย

4.1 รูปแบบการวิจัย การวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา

4.2 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท จำนวน 55 โรงเรียน มีนักเรียนจำนวน 814 คน

4.3 ขอบเขตด้านเนื้อหาสาระ

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นเนื้อหา เรื่อง ระบบสุริยะ ซึ่งประกอบด้วย 2 เรื่อง ดังนี้

เรื่องที่ 1 กำเนิดระบบสุริยะ

เรื่องที่ 2 องค์ประกอบในระบบสุริยะ ได้แก่

- 2.1 ดวงอาทิตย์
- 2.2 ดาวเคราะห์
- 2.3 ดาวเคราะห์น้อย
- 2.4 ดาวหาง
- 2.5 อุกกาบาต
- 2.6 ดาวเคราะห์แคระ

4.4 เครื่องมือวิจัย

- 4.4.1 หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- 4.4.2 แบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน แบบคู่ขนาน
- 4.4.3 แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

4.5 ระยะเวลาในการวิจัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

4.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

- 4.6.1 สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน คือ ค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2
- 4.6.2 สถิติที่ใช้วัดความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน คือ การทดสอบค่าที่แบบ dependent
- 4.6.3 สถิติที่ใช้ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน คือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน หมายถึง การนำเสนอข้อมูล ด้วยตัวอักษรและภาพที่พิมพ์ลงในหน้ากระดาษและรวมเข้าด้วยกันเป็นเล่มหนังสือผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถนำแอปพลิเคชันมาประยุกต์ใช้ โดยการนำแท็บเล็ตหรือสมาร์ทโฟนมาสแกนที่รูปภาพในหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน จะแสดงวิดีโอที่มีเสียงบรรยายช่วยให้เกิดการเรียนรู้จากนามธรรมให้เป็นรูปธรรม ซึ่งหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน เป็นเนื้อหาสาระเรื่องระบบสุริยะ จะประกอบด้วยเนื้อหา 2 เรื่อง ได้แก่ (1) กำเนิดระบบสุริยะ (2) องค์ประกอบในระบบสุริยะ

5.2 การสอนโดยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตรสถานศึกษา เรื่องระบบสุริยะ โดยใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นสื่อประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5.3 ความก้าวหน้าทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถของนักเรียนในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาจากคะแนนของแบบทดสอบกิจกรรม หรือผลงาน ซึ่งความก้าวหน้า

จะมีปัจจัยต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบ ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้วัดได้จากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดความก้าวหน้าทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5.4 ประสิทธิภาพ หมายถึง คุณภาพของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพกระบวนการ (Process) ได้จากคะแนนของนักเรียน ที่ปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน คือ แบบฝึกหัด หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้คะแนนร้อยละ 80

80 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (Product) ได้จากคะแนนของนักเรียน ที่ทำแบบทดสอบวัดความก้าวหน้าทางการเรียนหลังเรียน หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้คะแนนร้อยละ 80

5.5 ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดเกี่ยวกับความชอบ ความสนใจ หรือทัศนคติในการปฏิบัติงานหรือปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนที่มีต่อการเรียน ด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

5.6 นักเรียน หมายถึง ผู้ที่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท

6. ประโยชน์ที่ได้รับ

6.1 ครูผู้สอนได้สื่อหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีประสิทธิภาพสอดคล้องกับเนื้อหาสาระวิชาและความต้องการของนักเรียน

6.2 ใช้รูปแบบหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน ที่สร้างขึ้นเป็นแนวทางในการพัฒนาในรายวิชาอื่นๆ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินการวิจัยเรื่อง การพัฒนาหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ผู้วิจัยได้รวบรวมวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาดังต่อไปนี้ (1) เทคโนโลยีความจริงเสมือน (2) การออกแบบและจัดทำหนังสือ (3) การสอนวิทยาศาสตร์ (4) การทดสอบประสิทธิภาพ (5) สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท และ (6) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. เทคโนโลยีความจริงเสมือน

เทคโนโลยีความจริงเสมือน (AR) หรือ Augmented Reality เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริง (Reality) และความเสมือนจริง (Virtual) เข้าด้วยกัน ผ่านวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น Webcam, Computer, Pattern, Software และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านหน้าจอ คอมพิวเตอร์ มอนิเตอร์ โปรเจคเตอร์ หรืออุปกรณ์แสดงผล โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ชมได้ทันที อาจมีลักษณะทั้งที่เป็นภาพนิ่ง 3 มิติ ภาพเคลื่อนไหว และรวมถึงภาพเคลื่อนไหวที่มีเสียงประกอบด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบ ทั้งนี้สามารถนำองค์ความรู้ด้าน AR มาประยุกต์สร้างสื่อแผ่นพับเพื่อเป็นสื่อการสอนได้ ในการศึกษาเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหา ครบคลุม (1) ความหมายเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (2) องค์ประกอบของเทคโนโลยีความจริงเสมือน (3) จุดเด่นและข้อจำกัดการใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือน และ (4) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือน

1.1 ความหมายเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน

ประหยัด จิระวรพงศ์ (2553, น. 190) ได้ให้ความหมายเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนไว้ว่าเทคโนโลยีความจริงเสมือน หรือเรียกสั้น ๆ ว่า “เทคโนโลยี AR” (Augmented Reality) เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานโลกในความเป็นจริง และโลกเสมือนที่สร้างขึ้นมาผสมผสานเข้าด้วยกันผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ ซึ่งถือว่าการสร้างข้อมูลอีกข้อมูลหนึ่งที่เป็นส่วนประกอบบนโลกเสมือน (virtual world) เช่น ภาพกราฟิก วิดีโอ รูปทรงสามมิติ และข้อความ ตัวอักษร ให้ผนวกซ้อนทับกับภาพในโลกจริงที่ปรากฏบนกล้อง ซึ่งจะทำให้ภาพที่เห็น ในจอภาพจะเป็น วัตถุ 3 มิติ ซึ่งมีมุมมอง ถึง 360 องศา ทำให้เกิดขอบเขตใหม่ของ Augmented Reality เพียงแค่ภาพสัญลักษณ์ที่ตกแต่งเป็นรูปร่างอะไรก็ได้ แล้วนำไปทำรหัส เมื่อตีพิมพ์บนวัตถุต่าง ๆ แล้วไม่ว่าจะเป็นบนผ้า แก้วน้ำ กระดาษ หน้าหนังสือ หรือแม้แต่บนนามบัตร แล้วนำกล้องเว็บแคมหรือกล้องสมาร์ทโฟนส่องไปยังภาพที่อยู่บนวัสดุต่าง ๆ ที่พิมพ์ภาพลงไป ก็จะปรากฏเป็นภาพแบบ วัตถุ 3 มิติ ซึ่งมีมุมมอง ถึง 360 องศา หรือในลักษณะของภาพเคลื่อนไหวตามที่เรากำหนดไว้ โดยปกติแล้ว AR มักพบบนสมาร์ทโฟน มากกว่าพีซี เนื่องจาก

สมาร์ทโฟนมีกล้องติดตามด้วยเสมอและสามารถนำติดตัวไปได้ทุกที่ สื่อกระบวนทัศน์จะช่วยให้ AR มีประโยชน์มากกว่าธรรมชาติ

พินดา ตันศิริ (2553, น. 169) ได้ให้ความหมายเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนไว้ว่า เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality : AR) เป็นประเภทหนึ่งของเทคโนโลยีความจริงเสมือน ที่มีการนำระบบความจริงเสมือนมาผนวกกับเทคโนโลยีภาพเพื่อสร้างสิ่งที่เสมือนจริงให้กับผู้ใช้ จัดเป็นแขนงหนึ่งของงานวิจัยด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ ว่าด้วยการเพิ่มภาพเสมือนของโมเดลสามมิติที่สร้างจากคอมพิวเตอร์ลงไปในภาพที่ถ่ายมาจากวิดีโอ เว็บแคมหรือกล้องในโทรศัพท์มือถือแบบเฟรมต่อเฟรมด้วยเทคนิคทางคอมพิวเตอร์กราฟิก

วิวัฒน์ มีสุวรรณ (2556) ได้ให้ความหมายเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนไว้ว่า เทคโนโลยีเสมือนผสานโลกจริงเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ ช่วยลดรอยต่อของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างโลกจริงกับโลกเสมือน โดยการนำเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Virtual Reality) ผสมเข้ากับเทคโนโลยีภาพ เพื่อให้ให้เห็นภาพสามมิติในหน้าจอโดยที่ มืองค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมจริง ผสมผสานกับภาพเสมือนจริง เป็นลักษณะการผสมผสานในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง (Virtual Environments : VE) มีการโต้ตอบแบบเรียลไทม์ ช่วยให้นักเรียนได้ควบคุม (Keep Control) การเห็นโลกจริงรอบ ๆ ตัวเอง นักเรียนมีอิสระในการมองเห็นสิ่งที่เรียนรู้

โดยสรุป เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน หมายถึงการนำเอาเทคโนโลยีโลกแห่งความจริงเสมือนเชื่อมโยงผสานระหว่างโลกการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเป็นจริงเข้าด้วยกันโดยแสดงผลผ่านเทคนิคสามมิติจากกล้องเว็บแคม หรือกล้องสมาร์ทโฟน โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ชมได้ทันที มีทั้งลักษณะที่เป็นภาพนิ่ง ภาพ 3 มิติ ภาพเคลื่อนไหว และรวมถึงภาพเคลื่อนไหวที่มีเสียงประกอบด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้คำว่า Augmented Realty (AR) หมายถึง เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน

1.2 องค์ประกอบของเทคโนโลยีความจริงเสมือน

อภิชาติ อนุกุลเวช (2556) กล่าวว่า องค์ประกอบของเทคโนโลยีความจริงเสมือนประกอบด้วย

1. AR Code หรือตัว Marker ใช้ในการกำหนดตำแหน่งของวัตถุ
2. Eye หรือ กล้องวิดีโอ กล้องเว็บแคม กล้องสมาร์ทโฟน หรือ อุปกรณ์รับรู้ อื่น ๆ ใช้มองตำแหน่งของ AR Code แล้วส่งข้อมูลเข้า AR Engine
3. AR Engine เป็นตัวส่งข้อมูลที่สามารถอ่านได้ผ่านเข้าซอฟต์แวร์หรือส่วนประมวลผล เพื่อแสดงเป็นภาพต่อไป
4. Display หรือ จอแสดงผล เพื่อให้เห็นผลข้อมูลที่ AR Engine ส่งมาให้ในรูปแบบของภาพ หรือ วิดีโอหรืออีกวิธีหนึ่ง เราสามารถรวมกล้อง AR Engine และจอภาพ เข้าด้วยกันในอุปกรณ์เดียว เช่น สมาร์ทโฟน หรืออื่น ๆ

โดยสรุป จากการศึกษาองค์ประกอบของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน ทำให้สามารถนำความรู้มาใช้ในการพัฒนาหนังสือเรียนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน เรื่องระบบสุริยะ ดังนี้ (1) ส่วนที่เป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (2) ส่วนที่เป็นตัวตรวจจับ เช่น กล้องเว็บแคม หรือกล้องสมาร์ทโฟน

(3) ส่วนที่เป็นตัวส่งข้อมูลผ่านเข้าซอฟต์แวร์หรือส่วนประมวลผล และ (4) ส่วนที่เป็นจอแสดงผล เช่น หน้าจอคอมพิวเตอร์ หรือจอสมาร์โฟน

1.3 จุดเด่นและข้อจำกัดการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน

ปาลิดา แซ่ลี้ม และ ชมน์ชนก วงศ์พัฒนกุล (2554) กล่าวว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนมีทั้งจุดเด่นและข้อจำกัด ดังนี้

จุดเด่น

1. สร้างประสบการณ์ที่แปลกใหม่ให้นักเรียน
2. สร้างความน่าสนใจในตัวสื่อ
3. เพิ่มโอกาสของการเรียนรู้ในรูปแบบใหม่
4. ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อการเรียนการสอนที่มีราคาสูง

ข้อจำกัด

1. ไม่สามารถใช้งานได้ในพื้นที่ที่ไม่มีเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
2. ตัว Marker หรือภาพนิ่ง จำเป็นต้องปรากฏอยู่ตลอดเวลา เพราะส่งผลต่อการแสดงผล ทำให้การแสดงผลไม่สมบูรณ์ หายหรือ เลื่อนหลุดจากเฟรมได้

โดยสรุป จุดเด่นของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนสามารถสร้างความสนใจและประสบการณ์ที่แปลกใหม่ให้กับนักเรียนและผู้ใช้งานแต่ก็ยังมีข้อจำกัดคือ จะไม่สามารถใช้งานในพื้นที่ที่ไม่มีเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และตัว Marker หรือรูปภาพที่ใช้แสดงตำแหน่งต้องอยู่ที่หน้ากล้องตลอดเวลาจึงจะสามารถแสดงผลได้อย่างต่อเนื่อง

1.4 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือน

พนิดา ต้นศิริ (2553, น. 171-173) กล่าวว่า จากอดีตจนถึงปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเข้ากับชีวิตประจำวัน เช่น

1. การประยุกต์ใช้ทางการศึกษา เช่น การทำเป็นหนังสือ 3 มิติ เรื่อง Dinosaur มีภาพกราฟฟิกไดโนเสาร์ พุ่งออกมาแบบ 3 มิติ ด้วยความน่าตื่นเต้น พร้อมหมุนดูรอบตัวได้เหมือนจริงของ TK park

2. การประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมสร้าง เครื่องบิน อุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ โดยบริษัท BMW ได้ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงมาช่วยในการผลิต โดยให้ผู้ใช้ได้เรียนรู้การทำงานด้วยการใส่แว่นตาที่จะมีคำแนะนำและจำลองการทำงาน แสดงให้เห็นแต่ละขั้นตอนก่อนปฏิบัติจริงแบบ 3 มิติ

3. การประยุกต์ใช้ทางการแพทย์ เช่น การเรียบเรียง หลักการประยุกต์ใช้ภาพเสมือนจริงทางการแพทย์ โดยการเพิ่มตัว ต่อประสานระบบสัมผัสภาพ 3 มิติ เพื่อเพิ่มความสมจริงในการ รักษา และให้นักศึกษาแพทย์ได้ใช้เครื่องมือแพทย์รักษาหรือผ่าตัด ผู้ป่วยแบบไม่ต้องสัมผัสกับผู้ป่วยจริง มีการนำเทคโนโลยีเสมือนจริงจำลองการผ่าตัดผ่านระบบ ARI*SER โดยทางมหาวิทยาลัยแพทยศาสตร์ Ganz ได้แปลงให้เป็นระบบจำลองการผ่าตัดแบบเสมือนจริง

4. การประยุกต์ใช้ทางด้านการธุรกิจ เช่น การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงกับการซื้อขายทางการเงินด้วยเทคโนโลยี CYBERII โดย ระบบสามารถให้ผู้ใช้กำหนดบทบาทของตัวแทนจำหน่าย (Finance Dealer) ในสภาพแวดล้อมเสมือนที่สามารถเสนอราคา ในการซื้อขาย โดยใช้ลูกบอลสีเหลือง

แสดงราคาซื้อและลูกบอลสี แดงแสดงราคาขาย ทำให้ผู้ใช้สามารถจำลองการซื้อขายทางการเงินได้เสมือนจริง

5. การประยุกต์ใช้ทางด้านการโฆษณา เช่น โทรศัพท์มือถือซัมซุงนำเทคโนโลยี Mobile AR มาสร้างการรับรู้เพื่อให้ลูกค้า ได้ทราบถึงระบบปฏิบัติการใหม่บนมือถือ Samsung Wave และ ให้จุดดีเป็นผู้นำเสนอวิธีการใช้งานผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริงในรูปแบบสามมิติ โดยลูกค้าสามารถใช้เว็บแคมและเครื่องพิมพ์ประกอบกับซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่มีภายใต้ระบบปฏิบัติการ BADA ของ Samsung เรียกใช้โปรแกรมประยุกต์ต่าง ๆ เพื่อใช้งานตามต้องการ

6. การประยุกต์ใช้กับการท่องเที่ยว เช่น การนำเทคโนโลยี เสมือนจริงไปใช้เพื่อแนะนำประเทศไทยในงาน “The World Exposition Shanghai China 2010” ภายใต้แนวคิด “Thinness: Sustainable Ways of Life” และได้นำเสนอนิทรรศการภายใน อาคารศาลาไทยแยกเป็น 3 ส่วน คือ 1) เรื่อง “จากต้นสายแหล่งกำเนิด: A Journey of Harmony” 2) เรื่อง “เกิดร้อยพันพลายวิถี: A Harmony of Different Tones” และ 3) เรื่อง “หลอม รวมชีวิสู่วิถีความเป็นไทย: A Harmony of Thais” ในแต่ละห้อง นิทรรศการจะนำเสนอเอกลักษณ์ของความเป็นไทยที่เกิดจากการ พัฒนา ด้านต่าง ๆ ผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริง เช่น การฉายวิดีโอ เพื่อแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างพี่น้องของชาวไทยกับจีน โดยมียักษ์วัดโพธิ์ขยับตัวและพูดคุยกับตัวละครจีน

7. การประยุกต์ใช้กับการสั่งซื้อสินค้าออนไลน์ เช่น บริษัท ชิเซโต้ นำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาใช้ผ่านกระจก ดิจิตอลเพื่อจำลองการทดสอบในการแต่งหน้าว่าเหมาะกับลูกค้าหรือไม่ โดยระบบ จะซ้อนภาพส่วนของการแต่งหน้าขึ้นไปบน ใบหน้าจริงที่ปรากฏบนหน้าจอในลักษณะของการ เปรียบเทียบให้ เห็นทั้งก่อนแต่งหน้าและหลังแต่งหน้า บริษัท Tissot ให้ลูกค้าสามารถลองสินค้าผ่าน หน้าจอ คอมพิวเตอร์ที่มีเว็บแคม โดยลูกค้าจะเลือกรหัสสินค้า หรือรุ่นที่ ลูกค้าต้องการทำให้ลูกค้าได้ ลองสินค้าเสมือนจริงผ่านเทคโนโลยี AR จนได้สินค้าที่ถูกใจก่อนสั่งซื้อ สำหรับ Mobile AR มีการ นำเสนอการแต่งบ้านด้วยมือ ถูจาก IKEA ที่ทำให้ลูกค้าเป็นสถาปนิกด้วยตัวเอง โดยไม่ต้องเสีย เงิน เพียงแค่ใช้โทรศัพท์มือถือแล้วเลือกรูปสินค้าในหมวด IKEA PS จากนั้นกดถ่ายรูป และเลื่อนตำแหน่ง โทรศัพท์มือถือไปถ่ายในมุม ที่ต้องการวางเฟอร์นิเจอร์ จะเห็นมุมห้องที่มีเฟอร์นิเจอร์ตามที่ เลือกไว้ โดย สามารถบันทึกภาพและส่งต่อให้เพื่อนผ่าน MMS ได้

โดยสรุป AR หรือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนเป็นปรากฏการณ์สำคัญของการ สื่อสารสมัยใหม่รูปแบบหนึ่ง ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกิจการต่าง ๆ ของสังคมทั้งการสื่อสาร การแพทย์ การอุตสาหกรรม การบันเทิงและการศึกษา เพราะระบบการทำงานของคอมพิวเตอร์กับ ซอฟต์แวร์ที่สามารถทำให้การผสมระหว่างโลกแห่งความเป็นจริงและโลกเสมือนให้เห็นอย่างกลมกลืนบน จอที่หลากหลายอย่างหน้าอัจฉริยะด้วยการออกแบบ AR จะต้องเป็นเทคโนโลยีที่สำคัญในอนาคตต่อไป

2. การออกแบบและจัดทำหนังสือ

หนังสือ นับเป็นสิ่งสิ่งพิมพ์ที่เกิดจากความรู้ ความคิด ประสบการณ์สติปัญญา และความฉลาดรอบรู้ ของมนุษย์ ที่ต้องการนำเสนอหรือถ่ายทอดออกมาในรูปแบบตัวอักษร รูปภาพ หรือสัญลักษณ์ต่างๆ ที่ต้องการสื่อให้ผู้อ่านได้รับรู้และเข้าใจ หนังสือจึงจัดเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งที่เป็นสื่อกลางในการถ่ายทอดสิ่งต่าง ๆ จากผู้สร้างหนังสือถึงผู้รับสาร ฉะนั้นหนังสือจึงจักว่าเป็นสิ่งที่มีประโยชน์อย่างยิ่ง ทั้งในด้าน เพื่อการเรียนรู้ เพื่อช่วยเพิ่มพูนความรู้ เปลี่ยนทัศนคติและมุมมอง เพื่อความบันเทิง และเพื่อให้ทันโลก ในการจัดทำหนังสือ ในการศึกษาการออกแบบหนังสือผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหา ครอบคลุม (1) ความหมายและการออกแบบหนังสือ (2) ประเภทหนังสือ (3) ปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบหนังสือ (4) องค์ประกอบของการออกแบบหนังสือ (5) ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและจัดทำหนังสือ (6) หลักเกณฑ์การออกแบบปกหนังสือ (7) กระบวนการออกแบบและจัดทำหนังสือ และ (8) ข้อคำนึงในการออกแบบหนังสือ

2.1 ความหมายและการออกแบบหนังสือ

จินตนา ไบกาชุย (2542, น. 35) กล่าวว่า หนังสือเป็นสิ่งพิมพ์ที่มีเนื้อหาเป็นเรื่องเดียวกันตลอดเล่ม เย็บรวมเป็นรูปเล่มถาวร มีส่วนประกอบของรูปเล่มที่สมบูรณ์ ประกอบด้วย ปกหน้า ปกใน คำนำ สารบัญ เนื้อเรื่องบรรณานุกรม เป็นต้น และการออกแบบเป็นการวางแผน หรือความตั้งใจว่าจะดำเนินการอย่างไรอย่างหนึ่งที่เป็นระบบและมีแบบแผนตามที่ได้กำหนดล่วงหน้าไว้ดังนั้นการออกแบบหนังสือ (book design) หมายถึงการกำหนดความคิดรวบยอดการวางแผน และกำหนดโครงสร้างทางกายภาพของหนังสือเล่ม โดยคำนึงถึงการจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ ของหนังสือให้เป็นรูปร่าง และได้สัดส่วนของหนังสือที่ออกมาเป็นระเบียบ สวยงาม อ่านง่าย และมีความน่าสนใจ ตลอดจนมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการจัดพิมพ์หนังสือนั้น ๆ ด้วย นักออกแบบจะต้องหาวิธีชักชวนผู้อ่านให้ติดตามอ่านหนังสือเล่มนั้น ตั้งแต่ปกหน้าไปจนถึง ปกหลังด้วยความสนใจ การจะดูว่าการออกแบบหนังสือประสบความสำเร็จหรือไม่จะดูจาก รูปเล่มของหนังสือนั้น ๆ ว่าน่าจับต้องหรือไม่ มีการจัดวางองค์ประกอบน่าอ่าน น่าสนใจเพียงใดผลงานออกแบบนั้นจะต้องไม่ทำให้ผู้อ่านรู้สึกสับสน หรือเบื่อหน่าย ตรงกันข้ามนักออกแบบจะต้องใช้ความพยายามทุก ๆ ทางที่จะทำให้อ่านเกิดความรู้สึกสะดุดตาในรูปเล่มทางกายภาพเบื้องต้น และเมื่อพลิกเข้าไปด้านในก็เกิดความรู้สึกอยากติดตามอ่านเนื้อเรื่องในหนังสือไม่ว่าเรื่องนั้นจะเป็นเรื่องหนักหรือเรื่องเบา การออกแบบและจัดทำหนังสือที่ดีควรเป็นการทำให้อ่านสามารถติดตามอ่านเนื้อหาของหนังสือเล่มนั้นต่อไปได้อย่างสบายตา มีความเข้าใจเนื้อหาประโยคต่อประโยค ย่อหน้าต่อย่อหน้า เรื่องต่อเรื่อง สัมพันธ์กันไปตลอดทั้งเล่ม ซึ่งถือว่าเป็นลักษณะที่สำคัญอันเกิดจากการได้มีการออกแบบหนังสือไว้ได้นั้นเอง

2.2 ประเภทหนังสือ

สุรสิทธิ์ วิทยารัฐ (2546, น. 72) กล่าวว่า ความสนใจของมวลชนที่มีต่อหนังสือได้มีมากขึ้นไปตามความเจริญของสังคม และบ้านเมือง จนมีคำกล่าวกันว่า หนังสือเป็นเครื่องวัดความเจริญของสังคมอย่างหนึ่ง ความสนใจได้แตกแขนงออกไปอย่างกว้างขวาง และสนใจในรายละเอียดลึกกลงไปในแต่ละแขนง ทำให้เกิดการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ และทำให้เกิดหนังสือประเภทต่าง ๆ ขึ้นมาก แต่ละประเภทมีกลุ่มบุคคลที่สนใจแตกต่างกันไป ลักษณะการใช้งาน อายุการใช้งาน ก็แตกต่างกันไปด้วย

วิธีการผลิตหนังสือแต่ละประเภท และวัสดุที่ใช้ผลิต ก็ต้องแตกต่างกันออกไป ผู้ผลิตจะต้องหาวิธีการผลิตให้เหมาะสมกับหนังสือแต่ละประเภท

นอกจากผู้อ่านที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย ลักษณะเนื้อหาของหนังสือก็เป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่มีผลต่อการออกแบบหนังสือ ดังนั้นนักออกแบบจึงต้องรู้ว่าหนังสือนั้นมีประเภทใดบ้างตาม ซึ่งการแบ่งประเภทของหนังสือสามารถทำได้หลายวิธีแล้วแต่จะยึดหลักเกณฑ์ใดวิธีที่นิยมแบ่งกัน คือการแบ่งตามเนื้อหา และการแบ่งตามลักษณะการแต่ง

1. การแบ่งประเภทหนังสือตามลักษณะเนื้อหา สามารถแบ่งย่อยเป็น 2 วิธีคือการแบ่งตามเนื้อหากว้าง ๆ และการแบ่งตามเนื้อหาย่อย (สุรรัตน์ นุ่มนนท์. 2539. น. 16-18)

1.1 การแบ่งประเภทตามเนื้อหากว้าง ๆ ได้แก่

1.1.1 หนังสือตำราและสารคดี ตำราเป็นหนังสือที่เขียนขึ้นตามหลักสูตรการเรียนการสอนในระดับและแขนงวิชาต่าง ๆ มีเนื้อหาวิชาการล้วน และมีลักษณะเหมือนหนังสือสารคดีคือ มุ่งให้ความรู้ ต่างกันแต่ว่า หนังสือสารคดีนอกจากจะให้สารประโยชน์ ในขอบเขตที่ไม่จำกัดแล้วยังให้ความเพลิดเพลินจากสำนวนภาษา ลีลาการเขียน หรือเนื้อหาด้วย

1.1.2 หนังสือบันเทิงคดี หรือหนังสือประเภทนวนิยาย เป็นหนังสือที่เขียนขึ้นจากประสบการณ์หรือจินตนาการของผู้ประพันธ์ โดยอาศัยเค้าความจริงของชีวิตและสังคม มุ่งหมายให้ความเพลิดเพลิน กระทบอารมณ์ยังผู้อ่านเป็นสำคัญ ในขณะที่เดียวกันผู้อ่านจะได้รับข้อคิด คติชีวิตที่น่าสนใจ ซึ่งผู้เขียนแทรกไว้ในเรื่องด้วย

1.2 การแบ่งประเภทตามเนื้อหาย่อย ได้แก่

1.2.1 หนังสือสารคดี (non - fiction) เป็นหนังสือที่ให้ความรู้ในด้านต่าง ๆ คือ หนังสือตำรา หนังสืออ่านประกอบ หนังสือความรู้ทั่วไป และหนังสือทางด้านสันตนาการ

1.2.2 นวนิยาย (fiction) เป็นหนังสือที่เสนอเรื่องราวที่เกิดขึ้นจากจินตนาการของผู้เขียน เรียบเรียงขึ้นเพื่อความเพลิดเพลิน

1.2.3 หนังสืออ้างอิง (reference book) เป็นหนังสือที่ช่วยตอบปัญหาทั้งทางด้านวิชาการและเรื่องทั่วไป ผู้อ่านใช้ประกอบหรือเพื่อค้นคว้าในบางเรื่องตอน

2. การแบ่งตามลักษณะการแต่ง อาจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

2.1 ร้อยแก้ว (prose) เป็นหนังสือที่ใช้ความเรียงไม่มีการกำหนดลักษณะบังคับในการแต่งแต่ประการใด หนังสือส่วนใหญ่จะแต่งด้วยร้อยแก้ว ไม่ว่าจะเป็นหนังสือสารคดี หรือหนังสือนวนิยาย

2.2 ร้อยกรอง (verse) เป็นหนังสือที่มีการกำหนดลักษณะบังคับในการแต่ง เช่น กำหนดจำนวนคำในแต่ละบท กำหนดสัมผัสกำหนดเสียงหนักเบา บังคับวรรคตอน บังคับครุฑเป็นต้น ซึ่งแบ่งย่อยตามลักษณะการแต่งได้อีกหลายประเภท เช่น โคลง ฉันท์ กาพย์ กลอน ร่ายกลบท ลิลิต เป็นต้น การแบ่งหนังสือประเภทร้อยกรองนี้ถ้าแบ่งตามวัตถุประสงค์ของการใช้ อาจแบ่งเป็นบทละคร ใช้สำหรับแสดงละคร บทเสภา ใช้สำหรับขับเสภาหรือเล่นิทาน เพลงยาวใช้เป็นบทพากย์ นิราศใช้แสดงความรัก ความอาลัย หรือคร่ำครวญยามจากกันไกล เป็นต้น

นอกจากการแบ่งประเภทหนังสือดังที่กล่าวมานี้แล้วเราอาจแบ่งย่อย ๆ ลงไปได้อีกตามความต้องการโดยไม่มีหลักเกณฑ์อะไรตายตัว เช่น แบ่งเป็นหนังสือนิยาย หนังสือวิชาการ หนังสือ

วิชาชีพ หนังสือสารคดี หนังสือกวีบทละคร หนังสือการ์ตูน เป็นต้น และจะเห็นได้ว่าหนังสือมีความแตกต่างจากหนังสือพิมพ์ในหลายประเด็น เช่น หนังสือมีขนาดเล็ก มีปกหุ้มและเย็บเล่มในขณะที่หนังสือพิมพ์มีขนาดใหญ่วางกระดาษซ้อนกัน ไม่มีปก เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีความแตกต่างกันทางด้านเนื้อหา ตลอดจนวัตถุประสงค์ในการจัดทำ ลักษณะและการจำแนกหนังสือนั้นบางประเภทสามารถแยกออกได้อย่างชัดเจนในขณะที่บางประเภทไม่สามารถแบ่งแยกได้อย่างเด่นชัดแต่อย่างไรก็ตามการได้ทราบถึงผู้อ่านที่เป็นกลุ่มเป้าหมายและประเภทเนื้อหาของหนังสือจะช่วยให้นักออกแบบสามารถวางแผนและออกแบบหนังสือได้อย่างเหมาะสมต่อไป

2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบหนังสือ

จินตนา ไบกาซูยี (2542, น. 38-39) กล่าวว่า หนังสือในแต่ละประเภทดังกล่าว จะสังเกตได้ว่ามีรูปแบบและลักษณะที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด และปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบและจัดทำรูปแบบหนังสือให้มีลักษณะแตกต่างกันนั้นมีอยู่ 2 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ปัจจัยด้านความงาม (beauty) และการรับรู้ (perception) ของมนุษย์ โดยหลักการของการรับรู้ของมนุษย์ในแต่ละเพศ แต่ละวัย แต่ละระดับการศึกษา ย่อมมีการรับรู้ทางความงามแตกต่างกัน เช่น เด็กเล็ก ๆ จะชอบสีสันที่สดใส แต่พอโตเป็นผู้ใหญ่จะหันมาชอบสีที่คล้ำหม่นลง หรือเด็ก ๆ อาจชอบรูปภาพง่าย ๆ แบบการ์ตูน แต่ผู้ใหญ่จะชอบรูปภาพที่มีรายละเอียด เช่น ภาพถ่าย ดังนั้นผู้จัดทำหนังสือจึงจำเป็นต้องออกแบบหนังสือให้มีความเหมาะสมกับความสนใจของผู้อ่านหรือกลุ่มเป้าหมายของหนังสือเป็นสำคัญ

2. ปัจจัยด้านประโยชน์ใช้สอย (function) หนังสือที่มีลักษณะแตกต่างกัน เช่น หนังสือตำราวิชาการกับหนังสือพจนานุกรม ซึ่งมีวัตถุประสงค์การใช้ต่างกันก็ย่อมมีผลต่อการออกแบบและจัดรูปแบบต่างกัน โดยหนังสือตำราผู้อ่านจำเป็นต้องอ่านตั้งแต่หน้าแรกถึงหน้าสุดท้ายตามลำดับการออกแบบตัวหนังสือหรือภาพประกอบจำเป็นต้องจัดทำให้มีลักษณะที่อ่านได้ง่ายแต่ในกรณีพจนานุกรมนั้นผู้อ่านไม่จำเป็นต้องอ่านทุกหน้าแต่จะมุ่ง อ่านเฉพาะคำศัพท์ที่ ต้องการศึกษาค้นคว้า จึงอาจใช้ตัวอักษรเล็ก ๆ เพื่อจะทำให้สามารถบรรจุคำจำนวนมาก ๆ ได้ นอกจากนี้ปัจจัยด้านประโยชน์ใช้สอยยังมีผลต่อการเลือกใช้วัสดุในการพิมพ์ด้วย เช่น หนังสือพิมพ์มีอายุในการอ่านสั้น ไม่จำเป็นต้องเก็บรักษาไว้นาน ๆ กระดาษที่ใช้จึงเป็นกระดาษชนิดราคาถูก เช่น กระดาษปรีฟ สำหรับตำรา เป็นหนังสือที่ผู้อ่านย่อมเก็บรักษาเป็นเวลานาน กระดาษที่ใช้จึงควรใช้กระดาษชนิดดี เช่น กระดาษปอนด์ หรือกระดาษอาร์ต เป็นต้น

2.4 องค์ประกอบของการออกแบบหนังสือ

สุรสิทธิ์ วิทยารัฐ (2546, น. 101-103) การออกแบบหนังสือก็มีหลักการเหมือนกับการออกแบบสิ่งพิมพ์อื่นซึ่งได้กล่าวถึงไปบ้างแล้ว หากว่าหนังสือมีส่วนประกอบที่แตกต่างกับจากสิ่งพิมพ์อื่นเพิ่มเติมสำหรับใช้เป็นประโยชน์ในการออกแบบ ซึ่งส่วนประกอบของหนังสือที่สำคัญแต่ละส่วนมีดังนี้

1. ใบหุ้มปก (Book Jacket) เป็นกระดาษที่หุ้มอยู่นอกปกหนังสือ มิได้เย็บติดกับเล่มหนังสือ แต่พับปลายมาด้านหลังของปกหน้าจุดประสงค์ของการจัดให้มีใบหุ้มปกเพื่อประโยชน์ ดังนี้

1.1 ป้องกันหนังสือไม่ให้ชำรุดหรือสกปรก ทั้งยังช่วยรักษาปกให้ใหม่อยู่เสมอ

1.2 เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้อ่าน ให้คนเลือกซื้อหนังสือนั้น

1.3 บอกรายละเอียดต่าง ๆ แก่ผู้อ่าน กระดาษหุ้มปกจะประกอบด้วย ชื่อเรื่อง ชื่อผู้แต่ง บางเล่มอาจมีชื่อผู้พิมพ์ปรากฏอยู่ด้วย

2. ปก (Cover) หน้าที่ของปก คือ ป้องกันรักษาตัวหนังสือทั้งหมดและให้รายละเอียดเกี่ยวกับเรื่องของหนังสือ ในกรณีที่ไม่มีใบหุ้มปก ปกติทำหน้าที่เป็นสิ่งชักจูงให้คนซื้อหนังสือด้วยลักษณะการออกแบบปกจึงเน้นในเรื่องของความสวยงามมากเป็นพิเศษ ขณะเดียวกันก็พยายามสื่อความหมายของเนื้อหาภายในเล่มหนังสือด้วย

ส่วนประกอบของปกหนังสือประกอบด้วย ชื่อเรื่อง ชื่อผู้แต่ง ชื่อผู้พิมพ์ โดยเลือกขนาดตัวอักษรลดหลั่นกันตามลำดับ ส่วนที่เป็นสันปกก็มีความสำคัญเช่นเดียวกัน จะต้องมียชื่อเรื่องและชื่อผู้แต่งสามารถจะมองเห็นข้อความดังกล่าวได้เมื่อนำหนังสือเรียงใส่ตู้แล้ว

3. ใบผนึกปก (End Paper) โดยปกติหากเป็นหนังสือปกแข็งจะมีกระดาษปิดผนึกติดกับด้านในของปกหนังสืออีกหนึ่งแผ่นทั้งด้านหน้าและด้านหลังปก โดยครึ่งหนึ่งของกระดาษผนึกด้านในปก ส่วนที่เหลืออีกครึ่งหนึ่งอาจจะปล่อยให้เป็นใบรองปก กระดาษที่นำมาใช้มักจะเป็นกระดาษที่มีความเหนียว เนื้อดี ใบผนึกปกและใบรองปกนี้ จะทำหน้าที่ช่วยยึดปกให้แน่นกับตัวเล่มหนังสือ โดยอาจปล่อยให้เป็นกระดาษว่างๆหรือออกแบบให้พิมพ์เป็นลวดลายสวยงามก็ได้

4. ใบรองปก (Fly Leaf) เป็นใบติดกับปก ทำหน้าที่ยึดเล่มหนังสือกับปกหนังสือ ส่วนใหญ่จะมีใบรองปกทั้งปกหน้าและปกหลัง

5. ปกใน (Title Page) มีหน้าที่ให้รายละเอียดเกี่ยวกับหนังสือเช่นเดียวกับปก ประกอบด้วยข้อความระบุชื่อหนังสือ ชื่อผู้แต่ง ชื่อผู้พิมพ์ ทำให้อ่านได้รายละเอียดเหล่านี้ในกรณีที่ปกหน้าฉีกขาดหรือหากห้องสมุดนำหนังสือไปทำปกใหม่ให้แข็งแรงขึ้น

6. หน้าลิขสิทธิ์ (Copyright Page) หมายถึง หน้าบ่งบอกแก่ผู้อ่านว่าผู้ใดเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์หนังสือเล่มนี้ หนังสือนั้นได้จัดพิมพ์มาแล้วกี่ครั้ง เมื่อใดบ้าง นอกจากนี้หนังสือบางเล่มอาจให้ข้อมูลสำหรับบัตรรายการห้องสมุดไว้ด้วย หน้าลิขสิทธิ์จะอยู่ด้านหลังของปกใน ในกรณีของปกในหลายแผ่น หน้านี้จะอยู่หลังปกในแผ่นหลังสุด

7. หน้าอุทิศ (Dedication Page) เป็นหน้าที่ของผู้แต่งระบุว่า อุทิศผลงานให้แก่ ผู้หนึ่งผู้ใด ซึ่งอาจเป็นบุคคลเดียวกันหรือหลายคน หรืออุทิศให้แก่สถาบันก็ได้ หน้าอุทิศนี้ใช้หน้าหนังสือ 1 หน้า ถึงแม้ว่าจะพิมพ์ตัวหนังสือไม่กี่คำ ก็จะใช้เนื้อที่ทั้งหน้า และต้องอยู่ลำดับถัดจากหน้าลิขสิทธิ์ การออกแบบมักจัดให้ดูเป็นทางการเคารพ มีลักษณะเป็นอนุสรณ์ให้แก่บุคคลหรือสถาบันที่อุทิศให้

8. คำนิยม (Foreword) หมายถึง คำที่บุคคลเขียนนำเกี่ยวกับเนื้อหาหนังสือ หรือผู้แต่ง คำนิยมนี้จะต้องอยู่ก่อนคำนำของผู้แต่ง ถ้ามีผู้เขียนคำนิยมหลายคนจะต้องเรียงลำดับตามความสำคัญของบุคคลเขียนคำนิยม

9. คำนำ (Preface) หมายถึง ข้อความที่ผู้เขียนแต่งขึ้น เพื่ออธิบายให้ผู้อ่านทราบถึงแรงบันดาลใจหรือสิ่งที่ยากให้ผู้อ่านทราบ ก่อนที่จะเริ่มอ่านเนื้อเรื่อง อาจจะเป็นการขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องหรือช่วยเหลือในการจัดพิมพ์ ถ้าเป็นหนังสือที่จัดพิมพ์โดยสถาบัน อาจมีคำนำของสถาบัน คำนำของบรรณาธิการหรือผู้จัดพิมพ์ แล้วจึงเป็นคำนำของผู้เขียน

10. สารบัญ (Table of Contents) หมายถึง รายชื่อของบท และเรื่องเรียงตามลำดับ เพื่อบอกแก่ผู้อ่านว่าในหนังสือเล่มนั้นประกอบ ด้วยบทและเรื่องใดบ้าง แต่ละเรื่องอยู่ที่หน้าใด เพื่อให้ผู้อ่านเปิดหาได้สะดวก การออกแบบจึงควรให้สะดวกแก่การเปิดหาได้โดยง่าย มีลักษณะสบายตา

11. สารบัญภาพ (Table of Illustrations) หนังสือบางเล่มที่มีภาพเป็นส่วนสำคัญและมีภาพจำนวนมาก จำเป็นต้องมีสารบัญภาพ เพื่อให้ผู้อ่านพลิกดูได้สะดวก

12. เนื้อเรื่อง (Contents) เป็นส่วนที่เป็นเนื้อหาสำคัญของหนังสือ สำหรับส่วนเนื้อเรื่องนี้อาจแบ่งออกเป็นภาค (Part) เป็นตอน (Section) เป็นบท (Chapter) หรือแบ่งเป็นข้อย่อย ๆ ก็ได้ อย่างไรก็ตาม ต้องคำนึงถึงหลักการอ่านที่ง่าย เพื่อผู้อ่านเข้าใจเนื้อหาทั้งหมดได้โดยสะดวก

13. ภาคผนวก (Appendix) เป็นส่วนที่ไม่ใช่เนื้อหาโดยตรง แต่เป็นการอธิบายเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับเนื้อเรื่อง หนังสือบางเล่ม จำเป็นต้องมีคำชี้แจงประกอบในเนื้อหาของเรื่องเพื่อช่วยให้ผู้อ่านเข้าใจ เรื่องดีขึ้นส่วนที่เป็นภาคผนวกพวกนี้อาจจะเป็นระเบียบ กฎหมายคำอธิบาย ที่ต้องใช้รายละเอียดมากเกินกว่าจะทำเป็นเชิงบรรณของท้ายหน้าได้

14. บรรณานุกรม (Bibliographies) หนังสือวิชาการจะต้องแจ้งถึงที่มาของเนื้อหาที่ได้มีการอ้างอิงมาจากผลงานของบุคคลอื่น โดยระบุ ชื่อผู้แต่ง ชื่อหนังสือ สถานที่พิมพ์ ปีที่พิมพ์ เพื่อให้ผู้อ่านทราบ นอกจากนั้นยังเป็นประโยชน์ ในการที่จะหาความรู้เพิ่มเติมนอกเหนือจากเนื้อหาที่ปรากฏอยู่ในหนังสือเล่มนั้นด้วย

15. ดัชนี (Index) หมายถึงหน้าที่จัดเรียงหัวข้อสำคัญของเรื่องในหนังสือ ชื่อบุคคล สถานที่หรือหัวข้อรายละเอียดที่สำคัญของ เนื้อหา ในหนังสือนั้นโดยจัดเรียงตามลำดับอักษรแล้วบอกเลขหน้าให้รู้ว่าเรื่องนั้น ๆ จะอ่านได้จากหน้าใดในหนังสือเล่มนั้น

องค์ประกอบดังกล่าวในหนังสือแต่ละเล่มอาจไม่เหมือนกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าเป็นหนังสือประเภทใดหากเป็นหนังสือประเภทวิชาการ สารคดี อาจจะมีองค์ประกอบครบถ้วนดังกล่าวข้างต้น แต่สำหรับหนังสือบันเทิงคดีเช่น นวนิยาย เรื่องสั้น หรือหนังสือบทกลอนต่าง ๆ อาจจะไม่มีส่วนสารบัญ ภาคผนวก บรรณานุกรม และดัชนีก็เป็นได้

2.5 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและจัดทำหนังสือ

กระทรวงศึกษาธิการ (2534 น. 70-72) กล่าวว่า การสร้างสรรค์รูปแบบหนังสือเล่มนั้นต้องสอดคล้องเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ และกลุ่มเป้าหมายเพื่อให้งานการผลิตหนังสือเล่มนั้นเป็นที่ประทับใจแก่กลุ่มเป้าหมายที่ต้องการให้อ่านหนังสือ นั้น ซึ่งข้อควรพิจารณาดังกล่าว ได้แก่

1. เนื้อหาของหนังสือ นักออกแบบต้องรู้ว่าหนังสือที่จะออกแบบนั้นมีเนื้อหาเป็นลักษณะใด โดยทั่วไปแล้วสามารถจำแนกประเภทของหนังสือออกตามลักษณะเนื้อหาได้เป็น 2 ประเภทคือหนังสือสารคดีและหนังสือบันเทิงคดีหนังสือทั้งสองประเภทนี้จะมีแนวทางการออกแบบที่แตกต่างกัน กล่าวคือ หากเป็นหนังสือสารคดี แนวทางการออกแบบมักมีลักษณะเป็นทางการ มีการจัดรูปเล่มที่เป็นมาตรฐาน ดูน่าเชื่อถือ ส่วนหนังสือประเภทบันเทิงคดีจะมีความเคร่งครัดน้อยกว่า อาจใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบให้มีรูปเล่มน่าสนใจมากยิ่งขึ้น เช่น พิมพ์ด้วยกระดาษสาตลอดเล่ม หรือเย็บเข้าเล่มโดยใช้เชือกปอร้อย หรือหากเป็นหนังสือแนวโรแมนติกาอาจจัดทำกล่อง (case) หุ้มหนังสืออีกชั้นหนึ่งเพื่อไว้สำหรับมอบเป็นของขวัญในโอกาสพิเศษ เป็นต้น

2. ผู้อ่าน จุดมุ่งหมายสำคัญของการออกแบบหนังสือ คือดึงดูดความสนใจของผู้อ่าน และช่วยให้ผู้อ่านอ่านเรื่องราวที่ปรากฏในหนังสือเล่มนั้นโดยสะดวกจนตลอดเล่ม นักออกแบบจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงผู้อ่านซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายว่ามีลักษณะอย่างไร เช่น เพศ วัย การศึกษาอาชีพ ลักษณะสังคม ฯลฯ ซึ่งเป็นปัจจัยแสดงถึงปฏิกริยาการตอบสนองและการยอมรับในหนังสือ นั้น ๆ การกำหนดรูปแบบ การเลือกใช้ภาพประกอบ การเลือกใช้ตัวอักษรสำหรับข้อความต่าง ๆ จะต้องให้สอดคล้องสัมพันธ์กัน เช่น งานออกแบบหนังสือสำหรับเด็ก รูปแบบของภาพและข้อความต้องตรงไปตรงมา ชัดเจน สะดุดตา และสวยงาม ถ้าเป็นหนังสือสำหรับผู้ใหญ่ อาจนำเสนองานออกแบบในลักษณะที่มีความสลับซับซ้อนได้อย่างไรก็ตามสิ่งที่ควรตระหนักอยู่เสมอในการออกแบบหนังสือ คือ การจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ปรากฏในหนังสือนั้นจะต้องไม่ขัดต่อการรับรู้ และลักษณะวัฒนธรรม จารีต ประเพณีของสังคมนั้นด้วย

3. วัตถุประสงค์ในการใช้ ในการออกแบบหนังสือเล่มแต่ละครั้ง จะต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการทำงานของหนังสือเล่มนั้น ๆ เป็นหลักว่า ผู้อ่านมักจะใช้หนังสือเล่มนั้นเพื่ออะไร และในลักษณะใด เมื่อเวลาออกแบบจึงต้องออกแบบให้สะดวกแก่การใช้งานเป็นสำคัญเช่น หนังสือพจนานุกรม สารานุกรม หนังสืออ้างอิง เป็นหนังสือซึ่งผู้ที่ไม่ได้อ่านทุกหน้าหรือเรียงลำดับตั้งแต่หน้าแรกไปจนถึงหน้าสุดท้าย หากแต่ใช้สำหรับการค้นคว้าอ้างอิงโดยการเปิดหาเฉพาะส่วนที่ต้องการเท่านั้น การออกแบบจึงควรให้สะดวกแก่การค้นหาค่าและความหมายที่ปรากฏอยู่ในหนังสือนั้น ส่วนหนังสือประเภทเรื่องสั้น ผู้อ่านมักจะถือติดตัวไปเพื่ออ่านในยามว่างการออกแบบรูปเล่มก็ควรให้สะดวกแก่การพกพา และมีขนาดพอเหมาะแก่การถือเปิดอ่านในที่ต่าง ๆ เป็นต้น

2.6 หลักเกณฑ์การออกแบบปกหนังสือ

จินตนา ไบคาซูยี (2542, น. 39-44) กล่าวว่า รายละเอียดที่สำคัญบนปกหนังสือคือ ชื่อหนังสือ ชื่อผู้ประพันธ์หรือผู้แปลรูปภาพประกอบนักออกแบบจะต้องจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ ให้สวยงามโดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์การออกแบบได้แก่ สัดส่วน ความสมดุล ความแตกต่าง ลีลา ความมีเอกภาพ และความผสมกลมกลืนขององค์ประกอบที่อยู่บนหน้าปกหนังสือ หลักเกณฑ์ที่ควรพิจารณาในการออกแบบปกหนังสือมีดังนี้

1. ประเภทของหนังสือ หนังสือแต่ละประเภทมีลักษณะเฉพาะและรูปแบบที่แตกต่างกันอย่างมาก วัตถุประสงค์ในการสร้างหนังสือขึ้นมาไม่เหมือนกัน เช่น หนังสือที่เป็นตำราอ้างอิงหนังสือวิชาการ แบบเรียน กึ่งแบบเรียน หนังสือที่ผลิตขึ้นในโอกาสพิเศษ หนังสืออ่านเสริมสำหรับนักเรียน นวนิยาย นิทานสำหรับเด็ก หนังสือภาพ หนังสือบันเทิงเริงรมย์ หนังสือกีฬา ฯลฯ การออกแบบปกหนังสือทางวิชาการหรือแบบเรียนจะมีลักษณะแบบเป็นทางการ รูปแบบตัวอักษร และรูปภาพจำต้องเป็นแบบเรียบ ๆ เช่น ตัวอักษรแบบทางการ การจัดวางมักจะเป็นแบบจัด ระเบียบ หรือการกำหนดภาพให้อยู่ในกรอบหรือมีเฉพาะตัวอักษร ข้อความและชื่อผู้ประพันธ์ เท่านั้น ส่วนหนังสือบันเทิงเริงรมย์ กีฬานวนิยาย หรือสารคดี จะมีรูปแบบค่อนข้างเป็นอิสระ มี การออกแบบชื่อหนังสือที่แปลกตาออกไป การออกแบบจัดภาพประกอบปกจะเน้นไปทางความสวยงามมากกว่าการถ่ายทอดเนื้อหา เน้นสีเส้นที่สดใส สะดุดตา การจัดวางรูปแบบจะแตกต่างกันไปตามลักษณะหนังสือ ถ้าเป็นหนังสือสำหรับเด็กก็จะเน้นที่ภาพประกอบบนปกที่มีความสวยงามเป็นหลัก ตัวอักษรเป็นแบบเรียบง่าย ดูสบายตา ไม่นิยมการจัด

ระเบียบและการกำหนดกรอบ ใช้สีสันสดเข้มฉูดฉาด รูปภาพคมชัดแสดงสาระของเรื่องราวตัวอย่างรูปแบบปกหนังสือต่างๆ

2. บุคลิกของหนังสือ หนังสือแต่ละเล่มจะมีบุคลิกที่แตกต่างกันตามประเภทของสาระเนื้อหา และเทคนิควิธีการออกแบบ เนื่องจากปัจจุบันภาวะการแข่งขันกันทางการตลาด ทำให้หนังสือบางประเภทมีการแข่งขันกันสูงมาก หนังสือที่มีเนื้อหาสาระคล้ายคลึงกันเกิดขึ้นมากมายนักออกแบบกราฟิกควรออกแบบสร้างสรรค์บุคลิกภาพของหนังสือนั้นให้มีความสวยงามโดดเด่นแปลกตามากกว่าคู่แข่ง จะเห็นได้ว่าวัตถุประสงค์ของการสร้างบุคลิกเฉพาะของปกหนังสือ จึงไม่เพียงแต่ส่งเสริมคุณค่าทางสุนทรียศาสตร์ และการสร้างความน่าเชื่อถือแล้วยังเป็นการแข่งขันกันในด้านธุรกิจอีกด้วย

3. แนวทางสร้างสรรค์รูปแบบ การสร้างสรรค์แบบปกหนังสือจะมีหลักการ 3 ประการ

3.1 หลักการจัดองค์ประกอบศิลปะ เพื่อเน้นคุณค่าทางความสวยงามของเล่ม

3.2 หลักการออกแบบรูปภาพหรือการกำหนดลักษณะของภาพที่จะนำมาใช้ทำปก

3.3 หลักการกำหนดแบบตัวอักษร ชื่อหนังสือ ทั้งนี้หลักการทั้งหมดจะต้องให้สอดคล้องและเหมาะสมกับประเภทของหนังสือ และ จะต้องสร้างรูปแบบแปลกใหม่ให้เกิดบุคลิกเฉพาะของหนังสือนั้นด้วย หนังสือบางเล่มจะเน้นรูปแบบเฉพาะปกหน้า บางเล่มอาจจะออกแบบปกหน้า สันปก และปกหลังควบคู่กันไป แล้วแต่วัตถุประสงค์และลักษณะของหนังสือแต่ละประเภท

4. วิธีการผลิต วิธีการผลิตและระบบการพิมพ์ในปัจจุบันมีความสะดวก คล่องตัวสามารถตอบสนองการผลิตงานได้อย่างเต็มที่ การออกแบบปกหนังสือที่ดี ต้องไม่สร้างความยุ่งยากสับสนต่อการพิมพ์และการผลิตด้วย ความสับสนเกิดขึ้นได้เสมอถ้าผู้ออกแบบใช้คำสั่ง และ ใช้วิธีการหลายอย่าง เช่น พิมพ์ออฟเซต 4 สี และมีสีพิเศษอีก 2 สี ชื่อเรื่องดูนูนและปั๊มทอง ส่วนที่เป็นภาพพิมพ์น้ำมันวานิช และเคลือบยูวีเฉพาะภาพ ปูพื้นด้วยสกรีน 20 % การใช้คำสั่งมาก ๆ เช่นนี้บางครั้งจะทำให้การผลิตเกิดการผิดพลาดได้ ในการออกแบบทุกครั้งจึงควรตั้งเป็นข้อสังเกตไว้เสมอ

5. วัสดุที่ใช้ทำปก ปกอาจออกแบบให้เป็นปกแข็งหรือปกอ่อน ปกแข็งอาจหุ้มด้วยเร็กซิ้นหรือผ้าไหม การกำหนดวัสดุกับการออกแบบต้องสอดคล้องกัน เช่น ปกพิมพ์ออฟเซต 4 สี ควรเลือกใช้กระดาษที่มีเนื้อแน่น ละเอียด เช่น กระดาษอาร์ต กระดาษนิวเอช ภาพหรือข้อความจะมี ความคมชัดและสีสันสวยงาม ถ้าต้องการให้มีการดูนูน การกำหนดกระดาษควรมีความยืดหยุ่น สูงเพื่อให้การดูนูนให้ภาพที่คมชัดมากขึ้น นอกจากลักษณะของเนื้อกระดาษแล้ว ขนาดความหนาของกระดาษก็จะต้องมีความหนาที่พอเหมาะกับความหนาของเล่มด้วยดังนั้นการออกแบบปกหนังสือให้เป็นที่ดึงดูดใจนั้น ควรให้ชื่อเรื่องหรือชื่อหนังสือเป็นตัวอักษรโตกว่าตัวอักษรส่วนอื่น ๆ จัดวางไว้ในตำแหน่งที่เด่นสะดุดตา การเลือกตัวพิมพ์ของส่วนต่าง ๆ ที่อยู่บนปกหนังสือต้องเลือกขนาดและแบบตัวพิมพ์มีขนาดและน้ำหนักให้หนักเบา ตามลำดับความสำคัญ

2.7 กระบวนการออกแบบและจัดทำหนังสือ

พงษ์ศักดิ์ ไชยทิพย์ (2544, น. 75-77) กล่าวว่า การออกแบบหนังสือนั้นต้องมีการกำหนดและวางแผนก่อนการออกแบบหนังสือและดำเนินการจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ ตามหลักการออกแบบที่ถูกต้อง ทำให้การออกแบบและจัดทำหนังสือต้องมีขั้นตอนในการปฏิบัติดังนี้

1. ศึกษาและความทำความเข้าใจหนังสือ ก่อนที่จะทำการออกแบบ นักออกแบบจะต้องพยายามหาข้อมูลจากผู้เขียนหรือสำนักพิมพ์ถึงวัตถุประสงค์ในการเขียนหรือจัดทำหนังสือและ

จะต้องทราบถึงลักษณะของผู้อ่านที่เป็นกลุ่มเป้าหมายว่าเจตนาจะมุ่งที่ใครเป็นหลักและบุคคลกลุ่มนี้มีพฤติกรรมและความชอบไม่ชอบอย่างไร นอกจากนี้ยังต้องทราบให้ชัดเจนว่าผู้เขียนมีความคิดหลักหรือแนวคิดเบื้องหลังของหนังสืออย่างไร รวมทั้งเป็นหนังสือประเภทใดและควรจะมีบุคลิกภาพแบบไหน เพราะประเภทของหนังสือนั้นมีหลากหลาย

2. กำหนดขนาดและรูปแบบของหนังสือ เมื่อเทียบกับหนังสือพิมพ์และนิตยสารแล้วหนังสือสามารถจัดทำได้หลายขนาดและหลายรูปแบบมากกว่า ซึ่งในการเลือกขนาดและรูปแบบที่เหมาะสมนี้จะต้องดูจากวัตถุประสงค์และประเภทของหนังสือเป็นหลัก ส่วนใหญ่แล้วจะต้องพยายามเลือกขนาดที่ตัดกระดาษได้โดยเหลือเศษน้อย แต่เพื่อเป็นการประหยัดกระดาษเพื่อลดต้นทุน นอกจากนี้ในกรณีที่เป็นหนังสือที่ระลึกราคาแพงและต้องการรูปแบบที่แปลกแตกต่างไปจากปกติ

2.1 ขนาดของหนังสือซึ่งเป็นที่นิยมกันมาก เช่น $5 \frac{1}{3} \times 7 \frac{1}{2}$ นิ้ว (16 หน้ายก) $5 \frac{3}{4} \times 8 \frac{1}{4}$ นิ้ว (ขนาด A5 หรือขนาดพ็อกเก็ตบุ๊ก) เป็นต้น การกำหนดขนาดของหนังสือนั้นนอกจากจะต้องคำนึงถึงความประหยัดแล้ว สิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งก็คือประเภท ขนาด และจำนวนของภาพและข้อความที่จะนำเสนอสำหรับหนังสือที่มีข้อความเพียงอย่างเดียวนั้น ขนาดอาจจะไม่มีผลต่อการนำเสนอเนื้อหาหนักแต่สำหรับหนังสือที่มีภาพแล้ว ยิ่งหนังสือมีขนาดใหญ่ก็ย่อมจะยังสามารถนำเสนอภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.2 รูปเล่มของหนังสือซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการเย็บเล่มหรือการเข้าเล่มหนังสือ (binding) เป็นสิ่งที่มีผลต่อออกแบบหนังสือด้วย การเย็บเล่มมีหลายวิธีการด้วยกัน ดังนี้

2.2.1 การเย็บกึ่ง (smith sewing) เป็นการเข้าเล่มหนังสือด้วยด้ายเพื่อยึดหน้าหนังสือไว้ด้วยกัน การเย็บกึ่งนี้มีอยู่ 2 ลักษณะคือการเย็บกึ่งด้วยเครื่อง เป็นการเย็บหน้าหนังสือเข้าด้วยกันเป็นชุดเล็ก ๆ ก่อนแล้วจึงเย็บด้านสันให้ติดกัน และการเย็บด้ายด้านข้าง เป็นการเย็บกระดาษทั้งหมดเข้าด้วยกันตรงด้านข้างของหน้าหนังสือ การเย็บในลักษณะหลังนี้ไม่เป็นที่นิยมเท่าเย็บด้วยเครื่อง

2.2.2 การเย็บอกหรือเย็บแบบมุงหลังคา (saddle stitch) เป็นการเข้าเล่มหนังสือด้วยลวดโลหะซึ่งส่วนมากจะเย็บที่สันของหนังสือ บางครั้งก็มีการเย็บลวดที่ด้านข้างของหน้าหนังสือเหมือนกัน เมื่อเย็บและพับแล้ว หน้า จะเรียงลำดับต่อเนื่องกันไป จากนั้นก็นำไปเย็บทั้ง 3 ด้านเว้นด้านสัน กระดาษที่เคยติดกันเป็นยกก็จะถูกตัดออกอิสระเปิดอ่านได้ตลอด การเย็บแบบนี้เหมาะแก่หนังสือที่มีความหนาเพียงไม่กี่ยก หรือมีจำนวนหน้าไม่มาก และไม่ต้องการความคงทนถาวร แต่ต้องการความรวดเร็วและต้นทุนการผลิตต่ำ ราคาถูก ซึ่งการนำเอางานพิมพ์ที่พับไว้แล้วมายกแล้วเรียงซ้อนรวมกันเป็นเล่มจะมีวิธีการดังตาราง

ตารางที่ 2.1 วิธีการรวมเล่มการเย็บปกหรือเย็บแบบมุงหลังคา

ลำดับยก	ซีกราก	ซีกหลัง	การเรียงยก
ปก	-	-	ซ้อนทับยกแรก
ยกแรก	หน้า 1 – 4	หน้า 5 - 8	ซ้อนชั้นบน
ยกที่สอง	หน้า 9 – 12	หน้า 13 – 16	ซ้อนชั้นกลาง
ยกที่สาม	หน้า 17 - 20	หน้า 21 – 24	ซ้อนชั้นล่าง

ที่มา: พงษ์ศักดิ์ ไชยทิพย์. (2549). *เทคนิคการออกแบบงานกราฟิก*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น. หน้า 76.

2.2.3 การสันทากาว (adhesive binding / perfect binding) เป็นการเข้าเล่มหนังสือด้วยการนำหน้าหนังสือมาเรียงกันแล้วใช้กาวทาที่สันนำมาปะเข้ากับกระดาษที่ทำเป็นสันการเข้าเล่มแบบนี้จะมีปัญหาเมื่อกาวเสื่อมคุณภาพจะทำให้หนังสือหลุดร่วงออกจากเล่มได้

2.2.4 การทำเล่มเชิงกล (mechanical binding) เป็นการเข้าเล่มหนังสือด้วยการใช้ห่วง เข็มหมุด เกลียวลวด หรือเกลียวพลาสติกเพื่อยึดหน้าหนังสือทั้งหมดเข้าด้วยกันที่ด้านข้างของหน้าหนังสือ การเข้าเล่มนี้หน้าหนังสืออาจจะฉีกขาดได้ง่ายจึงเหมาะกับหนังสือที่มีการใช้งานระยะสั้น

2.3 การเข้าปก ดังที่กล่าวมาข้างแล้วหนังสือนั้นมีการเข้าเล่มซึ่งมีทั้งปกอ่อนและปกแข็งขึ้นอยู่กับประเภทของหนังสือด้วยว่าจะมีการจัดทำปกในลักษณะใด ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงการเข้าปกแข็งซึ่งมีขั้นตอนในการเตรียมการ 2 ประการ คือ การเตรียมเล่มหนังสือ และการเตรียมปกหนังสือ

การเตรียมเล่มหนังสือ ได้แก่ การติดกระดาษผนึกปกด้านในและใบรองปกทั้งหน้าและหลัง อัดหนังสือให้เนื้อกระดาษอัดกันแน่นเข้าที่ไม่หย่อนตัว ฉาบเส้นด้วยกาวแห้งไวเพื่อยึดสันไม่ให้เคลื่อน แล้วนำไปเจียนทั้ง 3 ด้าน ถ้าเป็นหนังสือหนาทำเส้นโค้งเพื่อให้ปกกอดสันติดผ้ายึดสันและคิ้ว แล้วรอการเข้าปกต่อไป

การเตรียมปกแข็ง ปกแข็งประกอบด้วยชิ้นส่วนต่าง ๆ คือ แผ่นปก(กระดาษแข็ง) 1 คู่ แร็กซินหุ้มปก 1 แผ่น กระดาษรองสัน (กระดาษเขียนชาร์ต) ทั้งหมดมีขนาดสัมพันธ์กันกับขนาดของเล่มหนังสือ แล้วนำมาประกอบเข้ากันเป็นปก จากนั้นนำไปพิมพ์ชื่อหนังสือ ชื่อผู้แต่ง ฯลฯ ที่หน้าปก และสันปก ถ้าพิมพ์เป็นตัวทองเรียกว่า “เดินทอง” หลังจากนั้นก็ทำการเข้าเล่มปกแข็ง คือการเอาปกหุ้มหนังสือแล้วผนึกให้ติดกันใช้แรงอัดมาก ๆ เพื่อให้ติดเรียบสนิท ขนาดแผ่นปกแข็งจะใหญ่กว่าขนาดเล่มออกมาโดยรอบทั้ง 3 ด้าน ประมาณด้านละ 1/8 นิ้ว เมื่อไว้สำหรับขั้นตอนในการเจียน

2.4 รูปแบบของปกหน้า เนื่องจากความหลากหลายในรูปแบบที่เป็นไปได้ในการออกแบบปกหน้าของหนังสือ นักออกแบบจึงควรตกลงร่วมกันกับผู้อยู่เขียนหรือสำนักพิมพ์เรื่องรูปแบบของปกหนังสือก่อนในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

2.4.1 กระดาษที่ใช้ในการพิมพ์ปกหน้า จะเป็นกระดาษแบบเดียวกับหน้าใน หรือจะเป็นกระดาษที่มีความหนากว่าปกติ ส่วนใหญ่แล้วกระดาษที่ใช้ในการทำปกหน้ามักจะเป็น กระดาษแข็ง ในบางครั้งอาจจะมีการหุ้มหรือเคลือบเอาไว้ด้วยวัสดุชนิดอื่น เช่น ผ้าหรือพลาสติกก็ได้

2.4.2 หน้าหุ้มปก หนังสือที่มีความหนามาก หรือที่มีราคาสูงมักจะมีหน้าหุ้ม ปกเพื่อรักษาปกหน้าไว้ไม่ให้เสียหาย

2.4.3 ระบบการพิมพ์และจำนวนสีที่จะพิมพ์ รวมทั้งการใช้เทคนิคพิเศษอื่นใน การพิมพ์หรือไม่ เนื่องจากปกหน้าของหนังสือทำหน้าที่เหมือนหน้าโฆษณาขายหนังสือเล่มนั้นจึงเป็น เรื่องที่สมเหตุสมผลที่จะให้ความสำคัญเป็นพิเศษทั้งในงานออกแบบและการผลิต

2.5 รูปแบบของหน้าใน รูปแบบของหน้าในของหนังสือนั้นจะมีลักษณะเช่นไร ย่อมขึ้นอยู่กับลักษณะของสิ่งที่จะเป็นองค์ประกอบของเนื้อหา ได้แก่ เนื้อหาที่เป็นตัวพิมพ์และ ภาพประกอบต่าง ๆ ว่ามีมากน้อยและต้องการคุณภาพในระดับใด ทั้งนี้ควรพิจารณาในเรื่องต่อไปนี้

2.5.1 กระดาษที่ใช้ในการพิมพ์เป็นกระดาษชนิดใด และจะเป็นกระดาษที่มีความหนาหรือน้ำหนักเท่าใด

2.5.2 ระบบการพิมพ์ที่เหมาะสมควรเป็นระบบใด และพิมพ์กี่สี ในหนังสือบาง เล่มอาจจะมีหน้าในที่มีการพิมพ์สีไม่เท่ากัน จึงต้องมีการกำหนดว่าจะป็นหน้าสีสี่สีทั้งหน้า หน้าสีหน้าเดียว กี่หน้า รวมทั้งการใช้เทคนิคพิเศษอื่นในทางการพิมพ์หรือไม่ โดยปกติแล้วหน้าในของหนังสือนั้นมักจะไม่ ค่อยมีเทคนิคพิเศษอะไรมากนัก ยกเว้นหนังสือเด็กซึ่งอาจจะมีการอัดตัดตามตามแม่แบบหรือได้ตัด หรือป๊อปอัพ (pop up) เพื่อเพิ่มมิติให้หน้าหนังสือ

2.6 แบบและขนาดตัวอักษร ปกติแล้วตัวอักษรที่ใช้ในหนังสือหนึ่งแบบ จะไม่มี ความหลากหลายมากนัก แต่อาจมีความแตกต่างกันระหว่างตัวที่เป็นหัวเรื่องหรือพาดหัว กับตัวที่เป็น เนื้อเรื่องเท่านั้น อย่างไรก็ตามขนาดของตัวเนื้อหาจะต้องพิจารณาใช้ขนาดที่เหมาะสมกับผู้อ่านที่เป็น กลุ่มเป้าหมาย หากเป็นผู้มีอายุมาก หรือเด็กอาจจะต้องเลือกตัวอักษรที่มีขนาดใหญ่กว่าตัวอักษรที่ใช้ สำหรับวัยรุ่นหรือผู้ใหญ่ทั่วไป

2.7 แบบและจำนวนภาพประกอบ ภาพประกอบเป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่ควรนำมา พิจารณาว่าต้องการจะนำเสนอภาพประกอบเป็นสี่สีหรือขาวดำ จำนวนอย่างละกี่รูป ซึ่งแบบและจำนวน ภาพประกอบนี้จะมีผลกระทบต่อทางเลือกชนิดกระดาษ ระบบการพิมพ์ และต้นทุนในการผลิตหนังสือ แต่ละเล่ม

2.8 การกำหนดขั้นตอนหลังการพิมพ์ เนื่องจากหนังสือมีขนาดความหนาที่ หลากหลาย ทำให้มีวิธีการเย็บเล่มหนังสือที่เหมาะสมแตกต่างกันไป นอกจากนี้เทคนิคพิเศษบางอย่าง เช่น ดุนนูน การประทับรอยร่อน ปุ่มทอง หรือได้ตัด หรือการอัดตัดตามแม่แบบเป็นต้นเป็นสิ่งที่ต้อง ดำเนินการภายหลังการพิมพ์เสร็จสิ้นลง ดังนั้นการได้สรุปขั้นตอนที่คาดว่าจะใช้หลังการพิมพ์ไว้ล่วงหน้า จะทำให้นักออกแบบได้คิดเผื่อการจัดทำหนังสือไว้ตั้งแต่ในขณะที่ยังทำการออกแบบนั่นเองการกำหนด รายละเอียดเหล่านี้เป็นสิ่งที่นักออกแบบ จะต้องพิจารณากำหนดออกมาเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ หนังสือเพื่อให้มีขนาดและรูปลักษณ์ตามที่ต้องการ

3. การเตรียมการและจัดทำเลย์เอาต์ เมื่อผ่านขั้นตอนของการวางแผนกำหนดขนาด รูปลักษณ์แล้ว ในขั้นของการเตรียมการต่อไปคือผู้ออกแบบและจัดหน้าหนังสือจะต้องทำเลย์เอาต์ของ

หนังสือเล่มนั้นให้เสร็จสมบูรณ์ โดยทำแบบร่างของหนังสือซึ่งแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ไว้ออกมาเพื่อเป็นแบบหรือแนวทางให้แก่ผู้ดำเนินการพิมพ์ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป และเพื่อป้องกันการผิดพลาดและความสูญเปล่าซึ่งอาจจะเกิดขึ้นในระหว่างการผลิตการทำเลย์เอาต์หนังสือก็คล้ายกับสื่อสิ่งพิมพ์ประเภทอื่น ๆ ที่ทำได้หลายระดับ คือระดับเลย์เอาต์ขนาดจิ๋ว ระดับเลย์เอาต์ขนาดหยาบ และระดับเลย์เอาต์สมบูรณ์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและความซับซ้อนของสิ่งที่พิมพ์ จำนวนสีที่พิมพ์ เป้าหมายของสิ่งพิมพ์ และระดับความต้องการให้ผู้อ่านสนใจในสิ่งพิมพ์นั้น นักออกแบบนอกจากต้องมีความรู้ทางด้านศิลปะและหลักการออกแบบแล้วยังจำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการพิมพ์ด้วยกล่าวโดยสรุปการออกแบบหนังสือต้องมีการวางแผนและเตรียมการอย่างรอบคอบเริ่มด้วยการกำหนดขนาดรูปเล่มให้เป็นขนาดมาตรฐาน ในส่วนที่เป็นเนื้อเรื่องควรใช้อักษรที่อ่านง่ายชัดเจนมีขนาดเหมาะสมกับการอ่านของกลุ่มเป้าหมาย ที่สำคัญคือจะต้องมีขนาดตัวอักษรไม่เล็กจนเกินไป การจัดวางหน้าหนังสือต้องมีจุดมุ่งหมายให้อ่านง่ายเข้าใจง่าย เชิญชวนให้ผู้อ่านติดตามอ่านจนตลอดเล่ม และควรหลีกเลี่ยงการออกแบบที่เล่นลวดลายต่าง ๆ มากเกินไปซึ่งอาจทำให้ผู้อ่านสับสน

2.8 ข้อคำนึงในการออกแบบหนังสือ

จินตนา ไบกาซูยี (2536, น. 147-179) กล่าวว่า การออกแบบหนังสือมีหลักการเช่นเดียวกับการออกแบบสิ่งพิมพ์โดยทั่วไปนั่นคือ เป็นการกำหนดองค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหาและเป้าหมายของการใช้สิ่งพิมพ์นั้น ๆ การออกแบบหนังสือจะมีลักษณะพิเศษอยู่ประการหนึ่งก็คือ มักจัดองค์ประกอบต่าง ๆ เข้าไว้ด้วยกันอย่างมีระเบียบ เพื่อให้ผู้อ่านทำความเข้าใจเรื่องราวในหนังสือเล่มนั้นได้โดยสะดวก อย่างไรก็ตามในการออกแบบนั้นนอกจากควรคำนึงถึงหลักการพื้นฐานของการออกแบบดังต่อไปนี้

1. สัดส่วน หมายถึง การกำหนดสัดส่วนในการจัดหน้าปกหนังสือ การจัดวางชื่อเรื่อง หัวข้อเรื่องและตัวเรียงพิมพ์ลงในหน้าหนังสืออย่างเหมาะสม การกำหนดกรอบขอบเขต หรือขนาดรูปเล่มหนังสืออย่างได้สัดส่วนระหว่างแนวตั้งกับแนวนอน
2. ความสมดุล หมายถึง การจัดวางตำแหน่งขององค์ประกอบต่าง ๆ ในหน้าหนังสือให้มีน้ำหนักเท่ากัน ทำให้ไม่เกิดความรู้สึกว่าองค์ประกอบของหน้านั้นหักไปข้างใดข้างหนึ่ง น้ำหนักของภาพจะขึ้นอยู่กับขนาด รูปทรง ความเข้มและสี โดยทั่วไปแล้ว องค์ประกอบขนาดใหญ่จะดูหนักกว่าองค์ประกอบที่มีขนาดเล็กกว่า รูปวงกลมดูมีน้ำหนักมากกว่ารูปเหลี่ยม สิ่งที่มีสีเข้มจะให้น้ำหนักมากกว่าสีอ่อน เช่นองค์ประกอบสีดำขนาดเล็กจะดูมีน้ำหนักมากกว่าองค์ประกอบขนาดใหญ่แต่สีอ่อนกว่า เป็นต้น
3. ความแตกต่าง การสื่อข้อความใด ๆ ก็ตามมักจะต้องมีการเน้นให้เห็นความสำคัญของข้อความใดข้อความหนึ่งมากกว่าข้อความอื่นเพื่อแสดงจุดสำคัญของเรื่อง ซึ่งความคิดที่จะให้มีการเน้นข้อความใดนั้นจะต้องมีการวางแผนล่วงหน้า ความแตกต่างเกิดขึ้นได้โดยการเน้นส่วนใดส่วนหนึ่งเพื่อเร้าความรู้สึก ซึ่งอาจทำได้โดยการใช้ขนาด รูปทรง สี และทิศทางที่แตกต่างไปจากองค์ประกอบอื่น ๆ ที่อยู่โดยรอบเพื่อทำให้เกิดความเด่นชัด
4. ลีลา หมายถึง การจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ โดยคำนึงถึง ช่วงจังหวะ ระยะห่างตลอดจนการกำหนดนำสายตาของผู้อ่านให้เคลื่อนไปตามองค์ประกอบต่าง ๆ ในหน้าหนังสือ

5. ความมีเอกภาพ องค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบที่นำมาใช้ในการออกแบบอาจมีความแตกต่างกันออกไป แต่เมื่อนำมาประกอบกันเข้าเป็นภาพรวมแล้วจะต้องมีความสัมพันธ์ต่อกันและกัน และต่อวัตถุประสงค์ร่วมของการออกแบบทั้งหมด เพื่อมุ่งให้เกิดผลอย่างเดียวกัน หรือมีเอกภาพขึ้นในการออกแบบ ถ้าสิ่งพิมพ์ที่ออกแบบไม่มีเอกภาพของตนเองแล้ว ย่อมไม่สามารถแสดงให้เห็นจุดมุ่งหมายของการออกแบบให้เห็นได้อย่างเด่นชัดว่ามุ่งให้เกิดผลอย่างไร

6. ความกลมกลืน ในการออกแบบสื่อสิ่งพิมพ์ผู้ออกแบบจะต้องจัดให้องค์ประกอบของภาพรวมให้มีความผสมกลมกลืนกันกล่าวคือ ภาพรวมทั้งหมดจะต้องสื่อความหมายหรือให้ผลของการมองเป็นสิ่งเดียวกัน เช่น การออกแบบตั้งแต่ปกหน้า สันปก ปกหลังของหนังสือให้มีความกลมกลืนกันความกลมกลืนของการออกแบบ ทำให้หน้าหนังสือมีลักษณะสวยงามและสบายตาในขณะเดียวกันการใช้ความแตกต่างจะช่วยเน้นองค์ประกอบที่เป็นจุดเด่นให้เด่นชัดขึ้นมากกว่าองค์ประกอบอื่น ๆ ดังนั้นในการออกแบบรูปเล่มหนังสือควรยึดตามขนาดมาตรฐานของกระดาษจะมีบางโอกาสที่หนังสือเล่มได้รับการออกแบบให้มีรูปเล่มพิสดารไปจากปกติธรรมดาเพื่อวัตถุประสงค์พิเศษ เช่น หนังสือสำหรับเด็ก หรือเพื่อจะออกแบบอย่างฉาบฉวยเพื่อเรียกร้องความสนใจ เช่น เอกสารเพื่อการประชาสัมพันธ์ หรือเอกสารเพื่อส่งเสริมการขาย เป็นต้น อาจจัดเป็นรูปหลายเหลี่ยม รูปสัตว์ หรือรูปทรงกลม เพื่อวัตถุประสงค์จะเรียกร้องความสนใจระยะสั้น ๆ มิใช่รูปเล่มหนังสือที่ต้องการใช้งานระยะเวลานาน ๆ ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ของหนังสือโดยทั่วไป การออกแบบหนังสือที่จะใช้งานนาน ๆ จะต้องออกแบบให้เกิดความสมดุลในความสมดุลในความรู้ของผู้อ่านไม่ก่อให้เกิดความรำคาญหรือความน่าเบื่อหน่าย นอกจากนี้ความหนาของหนังสือก็มีส่วนสำคัญด้วยถ้าความหนาของหนังสือเกินครึ่งหนึ่งของความกว้างจะรู้สึกว่ายากเกินไปทำให้ผู้อ่านรู้สึกว่ายาก ซัดตา เกะกะ ไม่สะดวกแก่การใช้ ถ้าไม่จำเป็นไม่ควรออกแบบรูปเล่มหนังสือให้หนามากเกินไปแต่ถ้าหากมีความจำเป็นจะต้องบรรจุเนื้อหาสาระให้ครบถ้วน ควรแยกออกเป็นส่วนของแต่ละเล่มเช่น เอกสารการสอนชุดวิชาของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช เป็นต้น

สรุปได้ว่า ก่อนลงมือออกแบบและจัดทำหนังสือควรจะได้วิเคราะห์ความต้องการกลุ่มเป้าหมายหรือผู้อ่านหนังสือเสียก่อน นอกจากนั้นยังต้องวิเคราะห์หรือทราบวัตถุประสงค์ของการจัดทำรวมทั้งจะต้องพิจารณาข้อจำกัดต่าง ๆ ที่มีผลต่อการผลิต เพื่อนำข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้มาใช้ในการวางแผนและเตรียมการเพื่อให้ออกแบบและผลิตหนังสือบรรลุตามวัตถุประสงค์สำหรับการสรรค์สร้างรูปแบบของหนังสือนั้นควรเริ่มตั้งแต่ขนาด รูปเล่ม รูปแบบ ตลอดจนสารบัญและหน้าใน การนี้จะต้องผ่านกระบวนการตามขั้นตอนเพื่อให้มาซึ่งรูปแบบที่ต้องการมีสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงในการออกแบบและจัดทำหนังสือมีอยู่มากมาย แต่ที่สำคัญคือ หนังสือเล่มนั้นมีหน้าที่ในการสื่อข้อความที่ค่อนข้างจะคงทนถาวรในรูปของตำรับตำราต้องได้รับการออกแบบที่คงทนถาวร เหมาะมือ ตรงข้ามกับนิตยสารหรือวารสารซึ่งมีอายุใช้งานสั้นกว่าหนังสือเล่ม จึงไม่ต้องคำนึงถึงความคงทนถาวร แต่มาเน้นในเรื่องของความสวยงาม สะดุดตา และเน้นเรื่องสีสันเป็นสำคัญจะเห็นได้ว่าหลักการทั่วไปในการออกแบบและจัดทำหนังสือ ในด้านโครงสร้างหรือระบบกริดนั้นหนังสือควรมีโครงสร้างที่แน่นอนสม่ำเสมอ ไม่ต้องมีความยืดหยุ่นเหมือนโครงสร้างของหนังสือพิมพ์ ทั้งนี้ก็เพราะเนื้อหาของหนังสือเป็นเรื่องเดียวกันต่อไป ไม่ได้มีความหลากหลายดังเช่นหนังสือพิมพ์หรือนิตยสาร การเลือกและจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ ทั้งที่เป็นภาพและตัวอักษรจะต้องคำนึงถึงความสะดวกของผู้อ่านในการอ่านหนังสือตามเนื้อหาได้อย่างต่อเนื่องเป็นหลักสำคัญ

3. การสอนวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในแต่ละสาขาหรือแต่ละหัวข้อมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของแต่ละเนื้อหาว่ามีความยากง่าย เป็นรูปธรรมมองเห็นชัดเจน หรือเป็นนามธรรมยากต่อการทำความเข้าใจ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในแต่ละหัวข้อหรือแต่ละกิจกรรมจึงต้องมีรูปแบบที่หลากหลาย มีกรอบที่เน้นแนวคิดทฤษฎีแตกต่างกันออกไป ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้สอนต้องมีความรู้ความเข้าใจทั้งเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ แนวทาง วิธีสอน กิจกรรมการเรียนการสอน และเทคนิคการจัดการเรียนการสอน ในวิชาวิทยาศาสตร์ ในการศึกษาการสอนวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหา ครบคลุม (1) ทฤษฎีการสอนวิทยาศาสตร์ (2) วิธีสอนวิทยาศาสตร์ (3) กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และ (4) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

3.1 ทฤษฎีการสอนวิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ (2545, น. 17-22) ได้กล่าวถึง ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการสอนวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget's Theory of Intellectual Development) เชื่อว่าพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์ พัฒนาขึ้นเป็นลำดับ 4 ชั้น คือ ชั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว ชั้นเตรียมพร้อมปฏิบัติการ ชั้นปฏิบัติการที่เป็นรูปธรรม และชั้นปฏิบัติตามแผน ทฤษฎีนี้มีประโยชน์ คือ พฤติกรรมของนักเรียนมีวิธีคิด ภาษา ปฏิบัติ และพฤติกรรมต่างจากผู้ใหญ่ ดังนั้น การจัดการศึกษาต้องมีรูปแบบที่แตกต่างจากผู้ใหญ่ และเรียนจากสื่อรูปธรรม และจัดสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้และแนะนำนักเรียนมากกว่าสอนเอง และปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียนมีบทบาทต่อการพัฒนาสติปัญญามาก การให้นักเรียนได้คิด พูด อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นของตนเองเรียกกระบวนการนี้ว่า การกระจายความรู้

2. ทฤษฎีการสอนของบรูเนอร์ (Bruner's Theory of Instruction) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนให้กับนักศึกษามาปฏิบัติ สารสำคัญของทฤษฎีมีหลักสำคัญ คือ การนำเนื้อหาใดมาสอนนักเรียนนั้น ควรพิจารณาดูว่าขณะนั้นนักเรียนมีพัฒนาการอยู่ระดับใด มีความสามารถเพียงใด แล้วปรับเนื้อหาให้สอดคล้องกับความสามารถของนักเรียน โดยเลือกวิธีการที่เหมาะสม โดยวิธีการนี้ผู้สอนสามารถสอนโดยไม่ต้องรอให้เด็กมีความพร้อมก่อน ขั้นตอนการเรียนรู้ของบรูเนอร์แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นการเรียนรู้โดยการกระทำ (Enactive Representation) ขั้นการเรียนรู้โดยรับรู้เป็นภาพในใจ (Iconic Representation) ขั้นการเรียนรู้โดยการสื่อความหมายทางสัญลักษณ์ (Symbol Representation)

3. ทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเย (Gagne's Theory of Learning) ได้แยกสาระสำคัญในการเรียนวิทยาศาสตร์เป็น 4 ประเภท คือ ข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ ทักษะ กระบวนการวิทยาศาสตร์ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ กฎหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ และกาเยแบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 8 ประเภท คือ การเรียนสัญญาณ การเรียนสิ่งเร้า การเรียนแบบลูกโซ่ การเรียนโดยใช้ การสัมผัสทางภาษา การเรียนโดยการจำแนกความแตกต่าง การเรียนมโนทัศน์ การเรียนกฎ การเรียน

แก้ปัญหา โดยเกิดขึ้นจากการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นรับหรือจับใจความ ขั้นที่ 2 ขั้นการได้มาซึ่งความรู้ ขั้นที่ 3 ขั้นเก็บความรู้ และขั้นที่ 4 ขั้นระลึกถึงหรือดึงความรู้มาใช้

4. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล (Ausubel's Theory of Meaningful Verbal Learning) ได้เสนอทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย ซึ่งมีสาระสำคัญดังนี้ การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ ถ้าในการเรียนรู้สิ่งใหม่นั้น นักเรียนเคยมีพื้นฐาน ซึ่งเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ได้ ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้สิ่งใหม่นั้นมีความหมาย แต่ถ้านักเรียนจะต้องเรียนสิ่งใหม่ โดยที่ไม่มีพื้นฐานมาก่อน เป็นชนิดที่ใหม่จริงๆ นักเรียนพยายามรับรู้สิ่งที่เรียนและพยายามจดจำให้ได้ เรียกการเรียนรู้ชนิดนี้ว่า การเรียนรู้แบบท่องจำ เพราะนักเรียนสามารถเรียนได้ แต่ไม่รู้ความหมาย ซึ่งได้กำหนดการเรียนไว้ 2 มิติคือ

มิติที่ 1 วิธีการเรียนรู้ มี 2 แบบ คือการเรียนรู้แบบรับรู้ไว้ และการเรียนรู้แบบค้นพบ ด้วยตนเอง

มิติที่ 2 กระบวนการเรียนรู้ภายในนักเรียน มี 2 แบบ คือ การเรียนรู้แบบท่องจำ และการเรียนรู้ที่มีความหมาย

กรมวิชาการ (2546, น. 217-218) ได้กล่าวถึง ทฤษฎีการเรียนรู้ ที่ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Theory of Cognitive Development) ได้มีการศึกษาในส่วนพัฒนาการของนักเรียนได้มีการยอมรับโดยทั่วไป คือ ทฤษฎีของ Jean Piaget ได้กล่าวถึง การพัฒนาการรับรู้ของเด็กถึงผู้ใหญ่จะแบ่งออกเป็น 4 ระยะ คือ ระยะใช้ประสาทสัมผัส ระยะควบคุมอวัยวะต่างๆ ระยะที่คิดอย่างเป็นรูปธรรม และระยะที่คิดอย่างเป็นนามธรรม

สรุปได้ว่า มีทฤษฎีการเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่เราสามารถไปประยุกต์กับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ทฤษฎี การสอนของบรูเนอร์ ทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเย ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล ซึ่งจะส่งผลให้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้ผลดียิ่งขึ้น

3.2 วิธีสอนวิทยาศาสตร์

ทิตินา แชมมณี (2547, น. 227-228) ได้กล่าวถึง รูปแบบการสอนที่เป็นสากลที่สอดคล้องกับหลักการ ทฤษฎีที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. วิธีสอนตามแนวคิดของกาเย ในวิธีสอนนี้ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาสาระต่างๆ ได้อย่างดี รวดเร็ว และสามารถจดจำได้นาน โดยมีขั้นตอนการเรียนการสอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การกระตุ้นและดึงดูดความสนใจของนักเรียน เป็นการช่วยให้นักเรียนสามารถรับสิ่งเร้าได้ดี

ขั้นที่ 2 แจ้งวัตถุประสงค์ของบทเรียน

ขั้นที่ 3 กระตุ้นให้นักเรียนระลึกรู้ถึงความรู้เดิม

ขั้นที่ 4 นำเสนอสิ่งเร้าหรือเนื้อหาใหม่

ขั้นที่ 5 ให้แนวการเรียนรู้ หรือจัดระบบข้อมูลให้มีความหมายเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจกับสาระที่เรียนได้ง่าย

ขั้นที่ 6 กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความสามารถ

ขั้นที่ 7 ให้ข้อมูลย้อนกลับ คือ การให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อนักเรียน

ขั้นที่ 8 การประเมินผล

ขั้นที่ 9 ส่งเสริมความคงทนและการถ่ายโอนการเรียนรู้

2. วิธีสอนกระบวนการสืบเสาะ และแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม เป็นวิธีที่พัฒนาทักษะในการสืบเสาะ เพื่อได้มาซึ่งความรู้ความเข้าใจ โดยอาศัยกลุ่มซึ่งเป็นเครื่องมือทางสังคมช่วยกระตุ้นความสนใจหรืออยากเรียนรู้ มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ให้นักเรียนเผชิญปัญหาหรือสถานการณ์ที่ชวนงุนงงสงสัย

ขั้นที่ 2 ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นต่อปัญหาหรือสถานการณ์นั้น

ขั้นที่ 3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนในการแสวงหาความรู้

ขั้นที่ 4 ให้นักเรียนดำเนินการแสวงหาความรู้

ขั้นที่ 5 ให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลข้อมูล นำเสนอ และอภิปรายผล

ขั้นที่ 6 ให้นักเรียนกำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการสืบเสาะหาคำตอบต่อไป

3. วิธีการสอนกระบวนการคิดอุปนัยเป็นวิธีที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการสร้างมโนทัศน์ต่างๆ มีขั้นตอนการสอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างมโนทัศน์ คือ ให้นักเรียนสังเกตสิ่งที่ต้องศึกษา แล้วจัดหมวดหมู่ของสิ่งเหล่านั้น และตั้งชื่อหมวดหมู่ที่จัดขึ้น

ขั้นที่ 2 การตีความหมายและสรุปข้อมูล คือการให้นักเรียนระบุความสัมพันธ์ของข้อมูล ตรวจสอบความสัมพันธ์ของข้อมูล และสรุปอ้างอิง

ขั้นที่ 3 การประยุกต์ใช้ข้อสรุป หรือหลักการ คือให้นักเรียนนำข้อสรุปไปใช้ในการทำนาย อธิบายเหตุผลและข้อมูลประกอบคำทำนาย พิสูจน์ทดสอบการทำนาย

สรุปได้ว่า วิธีการสอนวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี เช่น วิธีสอนตามแนวคิดของกาเย วิธีสอนกระบวนการสืบเสาะ วิธีการสอนกระบวนการคิดอุปนัย ซึ่งแต่ละวิธีนี้จะส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นมีคุณภาพ และประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้นควรเลือกวิธีสอนที่สอดคล้องกับเนื้อหาและนักเรียน

3.3 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้

กระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้นเสาะหาสำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้นการที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2547)

ความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ มีผู้ให้ความหมายและแนวคิดหลากหลาย ดังนี้

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531) ได้กล่าวถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่าเป็นการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่นักเรียนยังไม่เคย มีความรู้ในสิ่งนั้นมาก่อน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ

ดวงเดือน เทศวานิช (ม.ป.ป.) ได้กล่าวถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นทักษะการคิดอย่างมีระบบ โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล ซึ่งต้องมีหลักฐานสนับสนุน วิธีนี้เป็นวิธีที่นักเรียนพิจารณาเหตุผล สามารถใช้คำถามที่ถูกต้องและคล่องแคล่วสามารถสร้างและทดสอบสมมติฐานด้วยการทดลอง และตีความจากการทดลองด้วยตนเอง โดยไม่ขึ้นอยู่กับคำอธิบายของครู เป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนมีระบบวิธีการแก้ปัญหาในทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง

สมจิต สวรรณไพบูลย์ (2541) ได้กล่าวถึง หลักการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้โดยทางตรงหรือทางอ้อมก็ตาม ส่วนครูจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกแนะนำและให้ความช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น ประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญ ได้แก่ การสำรวจ และการสร้างองค์ความรู้

ชลสิทธิ์ จันทาสี (2543) ได้กล่าวถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นวิธีการที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ซึ่งครูมีหน้าที่เพียงเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือ จัดเตรียมสภาพการณ์และกิจกรรมให้เอื้อต่อกระบวนการที่ฝึกให้คิดหาเหตุผล สืบเสาะหาความรู้ รวมทั้งการแก้ปัญหาให้ได้โดยใช้คำถามและสื่อการเรียนการสอนต่างๆ เช่น ของจริง สถานการณ์ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการสำรวจ ค้นหาด้วยตนเอง บรรยากาศการเรียนการสอนให้นักเรียนมีอิสระในการซักถาม การอภิปรายและมีแรงเสริม อาจกล่าวได้ว่าเป็นการสอนให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้นั่นเอง

มนมนัส สุดสั้น (2543) ได้กล่าวถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่าเป็นวิธีการหนึ่งที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ คิดและแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างมีระบบ ของการคิด ใช้กระบวนการของการค้นคว้าหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ครูมีหน้าที่จัดบรรยากาศ การสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ คิดแก้ปัญหาโดยใช้การทดลอง และอภิปรายซักถามเป็นกิจกรรมหลักการสอน

สรุปได้ว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry process) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติ และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ การสืบเสาะหาความรู้เป็นแนวคิดที่มีความซับซ้อน และมีความหมายแตกต่างกันไปตามบริบทที่ใช้ และผู้ที่ให้คำจำกัดความ การสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการ ที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า การสืบเสาะหาความรู้ คือ การถามคำถามที่สงสัยและเป็นปัญหาที่สามารถ สืบค้นหาคำตอบได้ และสื่อสารคำตอบออกมาได้

ระดับของการสืบเสาะหาความรู้ (Level of inquiry) แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ

1. การสืบเสาะหาความรู้แบบยืนยัน (Confirmed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้ตรวจสอบความรู้หรือแนวคิด เพื่อยืนยันความรู้หรือแนวคิดที่ถูกค้นพบมาแล้ว โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและคำตอบ หรือองค์ความรู้ที่คาดหวังให้ผู้เรียนค้นพบ และให้ผู้เรียน ทำกิจกรรมที่กำหนดในหนังสือหรือใบงาน หรือตามที่ครูบรรยายบอกกล่าว

2. การสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (Directed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหา และสาเหตุหรืออธิบาย การสำรวจตรวจสอบ แล้วให้ผู้เรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบตามวิธีการที่กำหนด

3. การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา และครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งให้คำปรึกษาหรือแนะนำให้ผู้เรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ

4. การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Open Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิด เป็นผู้กำหนดปัญหา ออกแบบ และปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง

จิตวิทยาที่เป็นพื้นฐานของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1. การเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นต่อเมื่อผู้เรียนได้เกี่ยวข้องกับโดยตรงกับการค้นหาความรู้นั้นๆ มากกว่าการบอกให้ผู้เรียนรู้

2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนรู้นั้นช่วยให้ผู้เรียนอยากเรียน ไม่ใช่บีบบังคับผู้เรียน และครูต้องจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าทดลอง

3. วิธีการนำเสนอของครู จะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิด มีความคิดสร้างสรรค์ ให้โอกาสผู้เรียนได้ใช้ความคิดของตนเองมากที่สุด

ทั้งนี้กิจกรรมที่จะให้ผู้เรียนทำการสำรวจตรวจสอบจะต้องเชื่อมโยงกับความรู้เดิม และผู้เรียนมีความรู้และทักษะเพียงพอที่จะแสวงหาความรู้ใหม่ โดยกิจกรรมที่จัดควรเป็นกิจกรรมนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ หรือแสวงหาความรู้ใหม่

รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle)

นักการศึกษาจากกลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Society) ได้กล่าวถึงกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์หรือความรู้เดิม เป็นความรู้หรือแนวคิดของผู้เรียนเอง เรียกกระบวนการสอนนี้ว่า Inquiry cycle หรือ 5E มีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือ เป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็น ผู้กระตุ้น ด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษา ให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจารย์รวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้เข้าใจเรื่อง หรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ใน การสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

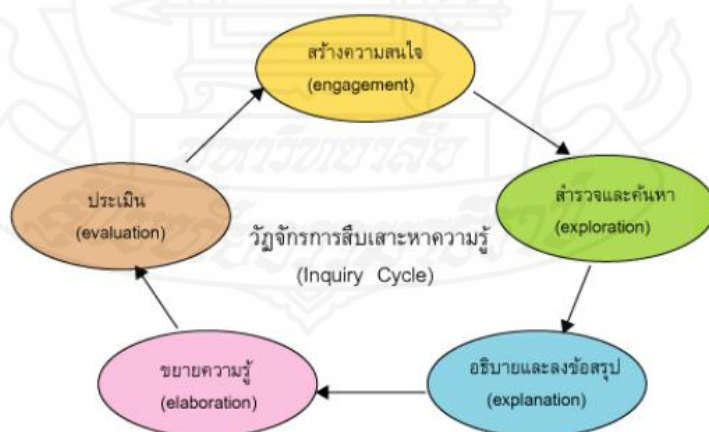
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน

กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลสารสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปรผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือวาดรูป สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้หรือแย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไรบ้าง มากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งก่อให้เกิดเป็นประเด็น คำถามหรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ จึงเรียกว่า inquiry cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักการ และทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป



ภาพที่ 2.1 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน

ที่มา: กรมวิชาการ. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์. หน้า 23.

การนำรูปแบบการสอนนี้ไปใช้ สิ่งที่ครูควรระลึกอยู่เสมอในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบการสอนนี้ คือ การจัดเตรียมกิจกรรม ครูควรจัดเตรียมกิจกรรมให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของนักเรียน เมื่อครูเตรียมกิจกรรมแล้ว ครูควรพิจารณาตรวจสอบบทบาทของครูและนักเรียน ในการปฏิบัติกิจกรรมแต่ละขั้นตอนว่าสอดคล้องกับรูปแบบการสอน 5E หรือไม่

บรรยากาศการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

อารีย์ พันธุ์ณี (2546) ได้กล่าวถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่าองค์ประกอบสำคัญในการทำให้เกิดบรรยากาศการเรียนการสอน คือ ครูผู้สอนและนักเรียน ผู้สอนและนักเรียนต่างมีบทบาทในการสร้างบรรยากาศ ครูจะเป็นผู้ริเริ่มสร้างบรรยากาศ นักเรียนเป็นผู้ตอบสนอง และเติมสีสันให้กับบรรยากาศการเรียนการสอนให้เป็นไปในรูปแบบต่างๆ กัน บรรยากาศการเรียนการสอนที่เป็นอิสระ ทำท่าย ตื่นเต้น ปลอดภัยเป็นประชาธิปไตย ผู้สอนให้ความอบอุ่นทั้งทางกายและจิตใจ สร้างความรู้สึกไว้วางใจให้กับนักเรียน นักเรียนได้รับความเข้าใจเป็นมิตร เอื้ออาทร ห่วงใย ตลอดจนให้ความดูแล ช่วยเหลือ จะทำให้นักเรียนมีความกล้า และอยากเรียนรู้มากขึ้น บรรยากาศการเรียนการสอนที่มีการยอมรับ มองเห็นคุณค่าในตัวนักเรียน นักเรียนเป็นบุคคลสำคัญ มีคุณค่า และสามารถเรียนรู้ได้ ผู้สอนควรแสดงความรู้สึกการยอมรับนักเรียนอย่างจริงจัง กระตุ้นนักเรียนให้ยอมรับกันเองและเชื่อมั่นว่าสามารถทำได้สำเร็จ

สรุปได้ว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ Inquiry cycle หรือ 5E มี 5 ชั้น ได้แก่ ชั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ชั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ชั้นขยายความรู้ (Elaboration) และชั้นประเมิน (Evaluation) ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักการ ทฤษฎี และลงมือปฏิบัติ ซึ่งพื้นฐานในการเรียนรู้ บรรยากาศการเรียนการสอนควรเป็นบรรยากาศที่ทำให้นักเรียนรู้สึกอบอุ่นใจ ปลอดภัย ปราศจากการตำหนิ วิพากษ์ วิจรณ์ความคิด ไม่มีการตัดสินว่าถูกหรือผิด บรรยากาศที่ตื่นเต้น น่าสนใจ สนุกสนาน เพื่อให้การเรียนรู้เป็นแบบสร้างสรรค์และอิสระนักเรียนสนใจกระตือรือร้นให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมครูควรยอมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน ให้คำปรึกษา ชี้แนะ และช่วยเหลือนักเรียน ซึ่งจะช่วยกระตุ้นการเรียนรู้

2.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การเรียนการสอน หลังจากทำกิจกรรมการเรียนจนจบแต่ละเนื้อหาแล้ว ผู้สอนจะต้องทำการทดสอบเพื่อเป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนว่า นักเรียนมีความรู้เชิงพฤติกรรม ตามวัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้หรือไม่ เพื่อปรับปรุงแก้ไข และพัฒนาการเรียน การสอนให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในการศึกษาในครั้งนี้ผู้รายงานได้ศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวัดผลทางการเรียน ประเภทของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การหาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้รายงานได้ศึกษารายละเอียดตามลำดับต่อไปนี้

2.4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

อนาสตาซี (ทิวต์ล มณีโชติ, 2549, น. 2 อ้างอิงจาก Anastasi) ได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นความรู้ ความสามารถที่เกิดจากความสัมพันธ์กับองค์ประกอบทางด้านสติปัญญา และองค์ประกอบทางด้านที่ไม่ใช่สติปัญญา อันได้แก่ องค์ประกอบทางด้านเศรษฐกิจ สังคม แรงจูงใจ

วิลสัน (ทิวต์ล มณีโชติ, 2549, น. 2 อ้างอิงจาก Wilson) ได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นความสามารถทางด้านสติปัญญาในการเรียน ซึ่งได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัยตามกรอบแนวคิดของบลูม (Bloom's Taxonomy) ไว้ 4 ระดับ คือ การคิดคำนวณความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และการวิเคราะห์

กูต (ทิวต์ล มณีโชติ, 2549, น. 2 อ้างอิงจาก Good) ได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นการเข้าถึงความรู้ หรือพัฒนาทักษะในการเรียน ซึ่งอาจจะพิจารณาได้จากคะแนนที่นักเรียนทำได้จากแบบทดสอบ หรืองานที่ผู้สอนได้มอบหมายให้ทำ

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถทางด้านสติปัญญาในการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาจากคะแนนของแบบทดสอบ กิจกรรม หรือผลงาน ที่นักเรียนทำ

2.4.2 วิธีการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ทิวต์ล มณีโชติ (2549, น. 5) ได้กล่าวถึง วิธีการวัดผลทางการศึกษามีขั้นตอนดังนี้

1. ระบุจุดประสงค์และขอบเขตการวัด
2. นิยามคุณลักษณะที่ต้องการวัดกำหนดพฤติกรรมที่วัด
3. กำหนดวิธีการวัดและเครื่องมือวัด
4. จัดทำหรือสร้างเครื่องมือวัด กรณีสร้างเครื่องมือใหม่ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

สร้างข้อคำถาม เงื่อนไข สถานการณ์ หรือสิ่งเร้า พิจารณาข้อคำถาม เงื่อนไข สถานการณ์ หรือสิ่งเร้า โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ทดลองใช้เครื่องมือ หากคุณภาพเครื่องมือ จัดทำคู่มือวัดผลและการแปลความหมาย และจัดทำเครื่องมือฉบับสมบูรณ์

5. ดำเนินการวัดตามวิธีการที่กำหนด
6. ตรวจสอบและวิเคราะห์ผลการวัด
7. แปลความหมายผลการวัดและนำผลการวัดไปใช้

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2548, น. 77) ได้กล่าวถึง วิธีการวัดผลประเมินผลการเรียนไว้ดังนี้

1. วางแผนการวัดผลประเมินผล โดยผู้สอน นักเรียนและผู้ที่เกี่ยวข้องร่วมกัน กำหนดรายละเอียดสำคัญที่ประกอบด้วย จุดประสงค์ของการวัดผลประเมินผลไปใช้ กรอบสาระ ทักษะ กระบวนการที่จะวัดผลประเมินผล การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล เกณฑ์การตัดสิน รูปแบบ ที่ใช้ในการสรุป ตัดสิน และรายงานผล

2. การรวบรวมข้อมูลในขั้นนี้ต้องคำนึงถึงการใช้เครื่องมือวัดผลประเมินผลที่เหมาะสมโดยมีการกำหนดเกณฑ์ การให้คะแนนที่สอดคล้องกับการประเมินสมรรถภาพของนักเรียน

3. การวิเคราะห์ข้อมูล คือการนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์ นำไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับผลการเรียนรู้อันเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่ม แล้วบันทึกคะแนนไว้เป็นหลักฐาน

4. การนำผลไปใช้ คือการนำผลที่ได้จากการประเมินผลที่ได้จากวิเคราะห์ไปใช้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

สรุปได้ว่า วิธีการวัดผลประเมินผลทางการเรียนนั้น มี 5 ขั้นตอน คือ

1. ชั้นวางแผนในการประเมิน ซึ่งในขั้นนี้ต้องกำหนดจุดประสงค์การประเมินเครื่องมือ เกณฑ์ในการประเมินผล
2. ชั้นสร้างเครื่องมือ และหาประสิทธิภาพเครื่องมือ
3. ชั้นรวบรวมข้อมูล หรือทำการวัดผลประเมินผล
4. ชั้นวิเคราะห์ข้อมูล
5. ชั้นนำไปใช้ คือ ชั้นนำผลที่วิเคราะห์ได้นั้นไปปรับปรุง แก้ไขเพื่อพัฒนา
นักเรียน

2.4.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548, น. 96) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้โดยทั่วกันในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้ แล้วให้นักเรียนเขียนตอบ โดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติ ได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัย หรือแบบตอบสั้นๆ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้นักเรียนเขียนตอบสั้น ๆ และแบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือแบบทดสอบถูก - ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนทั่วไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพ มีมาตรฐาน คือมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีให้คะแนน และการแปลความหมายคะแนน

ทิวต์ธ มณีโชติ (2549, น. 48) ได้กล่าวถึง ประเภทของแบบทดสอบวัดผลการเรียนไว้ดังนี้

1. แบบถูกผิด แบ่งได้ 2 อย่าง คือ ข้อคำถามเดี่ยว และข้อคำถามเป็นชุด
2. แบบจับคู่
3. แบบเติมคำ
4. แบบเลือกตอบ
5. แบบอัตนัย

สรุปได้ว่า ประเภทของแบบทดสอบทางการเรียน มี 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง และแบบทดสอบมาตรฐาน โดยแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเองแบ่งออกเป็นแบบทดสอบอัตนัย และแบบทดสอบแบบปรนัย ส่วนแบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญ

2.4.4 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548, น. 97) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ มีการดำเนินการดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการวัด เป็นกรอบในการออกข้อสอบ โดยระบุจำนวนข้อสอบในแต่ละเรื่องและพฤติกรรมที่ต้องการวัด

2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งผู้สอนต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน

3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยของนักเรียน แล้วศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ

4. เขียนข้อสอบ โดยให้เขียนรายละเอียดในตารางวิเคราะห์หลักสูตร และสอดคล้องครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้

5. ตรวจสอบข้อสอบ โดยให้เขียนรายละเอียดในตารางวิเคราะห์หลักสูตร และสอดคล้องครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง โดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบจัดวางรูปแบบให้เหมาะสม

7. ทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ เป็นวิธีตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำไปทดสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มที่ทดสอบจริง

8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ ถ้าพบว่าข้อสอบใดไม่มีคุณภาพ ตามที่ต้องการให้ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง แล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริง

สรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนดังนี้
ศึกษาหลักเกณฑ์ แนวทาง วิธีการ ขั้นตอน เทคนิคในการสร้างแบบทดสอบ วิเคราะห์หลักสูตรและ สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด เป็นกรอบ ในการออกข้อสอบ โดยระบุจำนวนข้อสอบในแต่ละเรื่องและพฤติกรรมที่ต้องการวัด กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนและเพื่อให้การสร้างข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์ กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยของนักเรียน จัดพิมพ์ข้อสอบ และนำข้อสอบไปตรวจหาประสิทธิภาพของข้อสอบ

2.4.5 การหาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548, น. 93-94) ได้กล่าวถึง การหาคุณภาพของแบบทดสอบ มี 2 วิธี คือ

1. การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญจะตรวจสอบเรื่องต่างๆ เช่น ความสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาที่นำมาออกแบบทดสอบ วัดจุดประสงค์ของการสอน น้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาที่จะนำมาออกข้อสอบ ความเหมาะสมกับรูปแบบคำถามที่ใช้วิธีเขียนข้อคำถาม เช่น คำถามชัดเจน เป็นต้น

2. การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบโดยวิธีการทางสถิติ กระทำได้เมื่อนำแบบทดสอบ ไปใช้แล้ว จึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติต่างๆ ซึ่งจำแนกวิธีการตรวจสอบออกเป็น 2 ประเภท

การตรวจสอบคุณภาพแบบอิงกลุ่ม จะตรวจสอบดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ โดยพิจารณาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกโดยต้องการข้อสอบที่มีความยากง่ายปานกลางและอำนาจจำแนกสูง

2. วิเคราะห์ทั้งฉบับ จะเป็นการพิจารณาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ จะตรวจสอบดังนี้ อำนาจจำแนกรายข้อ ซึ่งอาจหาโดยการหาค่าความไวของข้อสอบ หรือค่าอำนาจจำแนกโดยวิธีของเบรนแนน (Brennan) ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับ

พิชิต ฤทธิจรูญ (2548, น. 135-161) ได้กล่าวถึง การหาคุณภาพของแบบทดสอบดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อสอบแบบอิงกลุ่ม มีวิธีวิเคราะห์ ดังนี้

นำข้อสอบไปสอบตรวจให้คะแนน และเรียงกระดาษคำตอบตามลำดับคะแนน จากมากไปน้อย แบ่งกระดาษคำตอบออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเรียกว่ากลุ่มสูง และกลุ่มหลังเรียกว่า กลุ่มต่ำ หากจำนวนคนที่ตอบถูกของแต่ละข้อในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ หาค่าความยากง่าย ของแต่ละข้อ โดยรวมจำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แล้วหารด้วยจำนวนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกันทั้งหมด และหาค่าอำนาจจำแนกของแต่ละข้อ โดยเอาจำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูงลบด้วยจำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ แล้วหารด้วยจำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

2. การวิเคราะห์ข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ มีวิธีการดังนี้

นำแบบทดสอบไปทดสอบกับผู้สอบกลุ่มหนึ่งทั้งก่อนและหลังเรียนด้วยข้อสอบ ชุดเดิม ตรวจกระดาษคำตอบของผู้ทดสอบที่สอบก่อนและหลังเรียน หาค่าความยากง่ายของแต่ละข้อ และหาดัชนีความไว

สรุปได้ว่า การหาคุณภาพของแบบทดสอบมีการหาคุณภาพแบบทดสอบรายข้อ ซึ่งแบ่งเป็นการวิเคราะห์เครื่องมือแบบอิงกลุ่ม และการวิเคราะห์ข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ และการหาคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ ซึ่งในการศึกษาในครั้งนี้ ผู้รายงานได้ออกแบบทดสอบอิงเกณฑ์ วิเคราะห์แบบทดสอบแบบรายข้อ โดยการหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและการวิเคราะห์แบบทดสอบทั้งฉบับ โดยการหาค่าความเที่ยงตรง

4. การหาประสิทธิภาพหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน

การทดสอบประสิทธิภาพ ตรงกับภาษาอังกฤษ คำว่า “Development Testing” มีความหมายว่า การตรวจสอบพัฒนาการ เพื่อให้งานดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพนั้น คือ การนำสื่อการสอนไปทดลองใช้ (Try out) เพื่อปรับปรุงแล้วนำไปทดลองสอนจริง (Trial Run) นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้วจึงผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2536, น. 494-497) ซึ่งมีขั้นตอน การดำเนินการดังนี้

1. การทดสอบแบบเดี่ยว (1 : 1) เป็นการทดสอบกับนักเรียน 1 คน โดยใช้เด็กอ่อน เด็กปานกลาง และเด็กเก่งคำนวณหาประสิทธิภาพ แล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดสอบแบบเดี่ยวนี้อาจมีคะแนน ต่ำกว่าเกณฑ์มากแต่ไม่ต้องวิตก เมื่อปรับปรุงแล้วคะแนนจะสูงขึ้น ก่อนนำไปใช้ทดสอบแบบกลุ่ม E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

2. การทดสอบแบบกลุ่ม (1 : 10) เป็นการทดสอบกับนักเรียน 6 - 10 คน (คณะนักเรียนที่เก่งกับอ่อน) คำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของนักเรียนจะเพิ่มขึ้นเกือบเท่าเกณฑ์ โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% นั่นคือ E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 70/70

3. การทดสอบแบบภาคสนาม (1 : 100) เป็นการทดสอบกับนักเรียน 30 - 100 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุง ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ก็ให้ยอมรับ หากแตกต่างกันมาก ผู้สอนต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของ สื่อการสอนใหม่โดยยึดสภาพจริงเป็นเกณฑ์

การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนใด ๆ มีกระบวนการสำคัญอยู่ 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพตามวิธีการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล และขั้นตอนการหาประสิทธิภาพตามวิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ ทั้งสองวิธีนี้ต้องควบคู่กันไป จึงจะมั่นใจได้ว่าสื่อหรือเทคโนโลยี การเรียนการสอนที่ผ่านกระบวนการหาประสิทธิภาพจะเป็นที่ยอมรับได้ (เผชญิ กิจระการ, 2544, น. 46-51)

การหาประสิทธิภาพจะต้องนำประสิทธิภาพที่ได้มาเทียบกับเกณฑ์ที่คาดหวังไว้ ซึ่งการกำหนดหลักเกณฑ์ที่คาดหวัง ได้มีนักการศึกษากล่าวไว้ ดังนี้

เกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพของสื่อประสม มี 2 ประเภท คือ

1. ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง คือประเมินพฤติกรรมย่อยหลาย ๆ พฤติกรรม เรียกว่า “กระบวนการ (Process)” ของนักเรียนที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่มและเดี่ยว

2. ประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย คือประเมินผลลัพธ์ (Products) ของนักเรียนโดยพิจารณาจากผลการทดสอบหลังเรียน

เกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน จะนิยมตั้งเป็นตัวเลข 3 ลักษณะ คือ 80/80, 85/85 และ 90/90 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวิชาและเนื้อหาที่นำมาสร้างสื่อ ถ้าเป็นวิชาที่ค่อนข้างยากอาจตั้งเกณฑ์ 90/90 หรือ 85/85 สำหรับวิชาที่มีเนื้อหาง่ายอาจตั้งไว้ 80/80 เป็นต้น นอกจากนี้ยังตั้งเกณฑ์เป็นความคลาดเคลื่อนไว้เท่ากับร้อยละ 2.5 ซึ่งหมายความว่า ถ้าเกณฑ์ ที่ตั้งไว้ 90/90 เมื่อคำนวณแล้วได้ค่าที่ถือว่าใช้ได้ คือ 87.50/87.50 (เผชญิ กิจระการ, 2544, น. 50)

สรุปได้ว่า นักเรียนมีส่วนสำคัญที่สุดในการให้ข้อมูลด้านผลลัพธ์ (Outcome) ซึ่งออกมาในรูปแบบของคะแนนในการทำแบบฝึกหัด (คะแนนระหว่างเรียน) และคะแนนในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (คะแนนสอบหลังเรียน) ทั้งการสอบก่อนเรียนและการสอบหลังเรียน การคำนวณค่าประสิทธิภาพใช้สถิติในการคำนวณเพื่อหาประสิทธิภาพ (เผชญิ กิจระการ, 2544, น. 49) ดังนี้

การคำนวณค่า E_1 (หาประสิทธิภาพกระบวนการ)

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

A

การคำนวณหาค่า E_2 (ประสิทธิภาพผลลัพธ์)

$$E_2 = \frac{\frac{\sum Y}{N} \times 100}{B}$$

เมื่อ E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียน
E_2	แทน	ประสิทธิภาพของบทเรียนในการเปลี่ยนพฤติกรรมของนักเรียน
$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของนักเรียนจากการฝึกปฏิบัติการกิจในบทเรียน
$\sum Y$	แทน	คะแนนที่ได้รับรวมของนักเรียนจากแบบทดสอบหลังเรียน
N	แทน	จำนวนนักเรียน
A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบระหว่างเรียน
B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง คุณภาพของสื่อการเรียนการสอน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพกระบวนการ (Process) ได้จากคะแนนของนักเรียนที่ปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน คือ ใบกิจกรรม และแบบฝึกหัด ได้คะแนนร้อยละ 80

80 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพผลลัพธ์ (Product) ได้จากคะแนนของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ได้คะแนนร้อยละ 80

5. สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา เกิดจากการที่พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และฉบับแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่2) พ.ศ.2545 และพระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการกระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2546 ได้กำหนดว่าการบริหารและการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานให้ยึดเขตพื้นที่การศึกษา โดยคำนึงถึงปริมาณสถานศึกษา จำนวนประชากร วัฒนธรรม โดยให้มีคณะกรรมการและสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มีอำนาจหน้าที่การกำกับดูแล จัดตั้ง ยุบ รวม หรือเลิกสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตพื้นที่การศึกษาประสาน ส่งเสริมและสนับสนุนสถานศึกษาเอกชนในเขตพื้นที่การศึกษาประสานและส่งเสริมองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ให้สามารถจัดการศึกษาสอดคล้องกับนโยบายและมาตรฐานการศึกษา ส่งเสริมและสนับสนุนการจัดการศึกษาของบุคคล ครอบครัว องค์กรชุมชน องค์กรเอกชน องค์กรวิชาชีพ สถาบันศาสนา สถานประกอบการ และสถาบันสังคมอื่นที่จัดการศึกษาในรูปแบบที่หลากหลายในเขตพื้นที่การศึกษา

เขตพื้นที่การศึกษา (Educational Service Area) เป็นระบบการจัดแบ่งเขตพื้นที่การศึกษา การปกครองที่จัดแบ่งโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อจัดระบบและกระจายอำนาจการจัดการศึกษาในประเทศไทยให้ครอบคลุมมากขึ้น เดิมมีสำนักงานประจำแต่ละเขตพื้นที่การศึกษา ใช้ชื่อว่า "สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา" (สพท.) และต่อมาได้มีการแบ่งเขตพื้นที่การศึกษาออกเป็น 2 ระดับ

คือ เขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา และเขตพื้นที่ศึกษามัธยมศึกษา ผู้วิจัยได้รวบรวมวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ครอบคลุม (1) สภาพการจัดการ (2) วิสัยทัศน์ พันธกิจ เป้าประสงค์ (3) จุดเน้น และ (4) ปัจจัยการขับเคลื่อนนโยบายสู่ความสำเร็จ

5.1 สภาพการจัดการศึกษา

5.1.1 อำนาจหน้าที่สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท มีอำนาจหน้าที่และภารกิจเกี่ยวกับการจัดและการส่งเสริมการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตามกฎหมายว่าด้วยระเบียบบริหารราชการกระทรวงศึกษาธิการพ.ศ. 2546 ที่ปรากฏไว้ในกฎกระทรวง ดังนี้

1. จัดทำนโยบาย แผนพัฒนา และมาตรฐานการศึกษาของเขตพื้นที่การศึกษาให้สอดคล้องกับนโยบายมาตรฐานการศึกษา แผนการศึกษา แผนพัฒนาการศึกษาขั้นพื้นฐานและความต้องการของท้องถิ่น

2. วิเคราะห์การจัดตั้งงบประมาณเงินอุดหนุนทั่วไปของสถานศึกษา และหน่วยงานในเขตพื้นที่การศึกษา และแจ้งการจัดสรรงบประมาณที่ได้รับให้หน่วยงานข้างต้นทราบ รวมทั้งกำกับตรวจสอบติดตามการใช้จ่ายงบประมาณของหน่วยงานดังกล่าว

3. ประสาน ส่งเสริม สนับสนุน และพัฒนาหลักสูตรร่วมกับสถานศึกษาในเขตพื้นที่การศึกษา

4. กำกับ ดูแล ติดตาม และประเมินผลสถานศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตพื้นที่การศึกษา

5. ศึกษา วิเคราะห์ วิจัย และรวบรวมข้อมูลสารสนเทศด้านการศึกษาในเขตพื้นที่การศึกษา

6. ประสานการระดมทรัพยากรด้านต่างๆ รวมทั้งทรัพยากรบุคคล เพื่อส่งเสริม สนับสนุนการจัดและพัฒนาการศึกษาในเขตพื้นที่การศึกษา

7. จัดระบบการประกันคุณภาพการศึกษา และประเมินผลสถานศึกษาในเขตพื้นที่การศึกษา

8. ประสาน ส่งเสริม สนับสนุน การจัดการของสถานศึกษาเอกชน องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น รวมทั้งบุคคล องค์กรชุมชน องค์กรวิชาชีพ สถาบันศาสนา สถานประกอบการ และสถาบันอื่นที่จัดรูปแบบที่หลากหลายในเขตพื้นที่การศึกษา

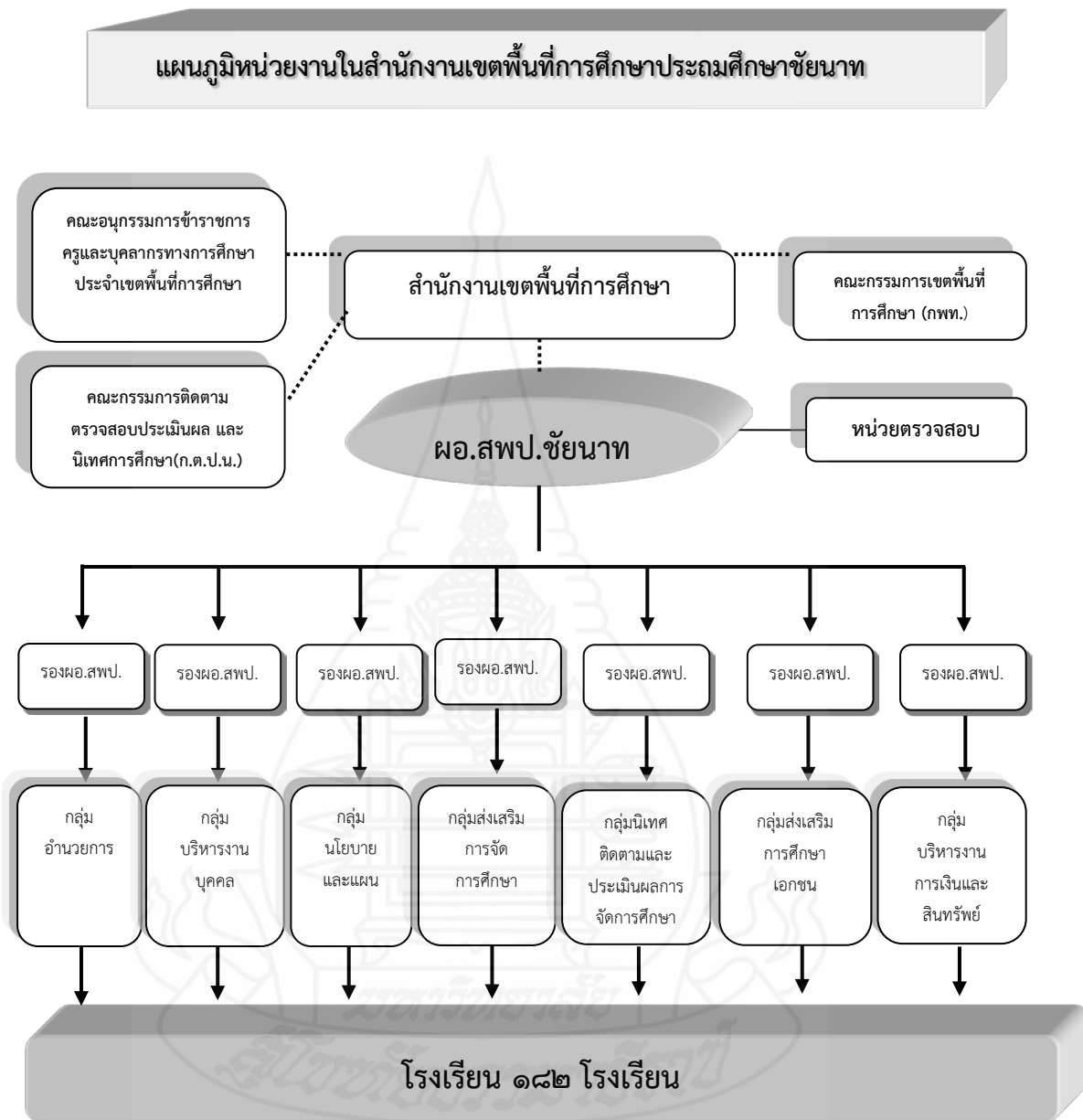
9. ดำเนินการและประสาน ส่งเสริม สนับสนุนการวิจัย และพัฒนาการศึกษาในเขตพื้นที่การศึกษา

10. ประสาน ส่งเสริม การดำเนินงานของคณะอนุกรรมการ และคณะทำงานด้านการศึกษา

11. ประสานการปฏิบัติราชการทั่วไปกับองค์กรหรือหน่วยงานต่างๆ ทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ในฐานะสำนักงานผู้แทนกระทรวงศึกษาธิการในเขตพื้นที่การศึกษา

12. ปฏิบัติหน้าที่อื่นเกี่ยวกับกิจการภายในเขตพื้นที่การศึกษาที่มีได้ระบุให้เป็นหน้าที่ของหน่วยงานใดโดยเฉพาะ หรือปฏิบัติงานอื่นตามที่ได้รับมอบหมาย

5.1.2 โครงสร้างการบริหารงาน



ภาพที่ 2.2 หน่วยงานในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท

5.2 วิสัยทัศน์ พันธกิจ เป้าประสงค์

5.2.1 วิสัยทัศน์

การศึกษาภาคบังคับมีคุณภาพและมาตรฐานระดับสากล บนพื้นฐาน ของความ เป็นไทย

5.2.2 พันธกิจ

1. จัดการศึกษาให้ประชากรวัยเรียนภาคบังคับทุกคนได้รับการศึกษาอย่างทั่วถึงและเสมอภาค
2. จัดการศึกษาให้ผู้เรียนมีคุณภาพตามมาตรฐานสากล มีความรู้คู่คุณธรรม รักท้องถิ่น และค่านิยมหลักของคนไทย 12 ประการ
3. ส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพครูและบุคลากรทางการศึกษาให้มีคุณภาพ
4. ส่งเสริมและพัฒนาการบริหารจัดการสถานศึกษาและสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาให้มีคุณภาพ

5.2.3 เป้าประสงค์

1. ประชากรวัยเรียนทุกคนได้รับโอกาสในการศึกษาภาคบังคับอย่างทั่วถึงและเสมอภาค
2. ผู้เรียนทุกคนมีคุณภาพตามมาตรฐานสากล มีความรู้คู่คุณธรรม รักท้องถิ่น และค่านิยมหลักของคนไทย ๑๒ ประการ
3. ครูและบุคลากรทางการศึกษามีความรู้ ทักษะที่เหมาะสมและวัฒนธรรมการทำงานที่มุ่งผลสัมฤทธิ์
4. สถานศึกษาและสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชั้นนาท มีการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพตามมาตรฐานสู่ความเป็นเลิศ

5.3 จุดเน้น

เพื่อให้การขับเคลื่อนกลยุทธ์ไปสู่ความสำเร็จอย่างเป็นรูปธรรม สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาประถมศึกษาชั้นนาท ได้กำหนดจุดเน้นการดำเนินงานในปีงบประมาณ 2559 ออกเป็น 4 จุดเน้น และตัวชี้วัดความสำเร็จ 32 ตัวชี้วัด ดังนี้

5.3.1 จุดเน้นด้านนักเรียน

1. อัตราการเข้าเรียนชั้นอนุบาลในโรงเรียน
2. อัตราการเข้าเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1
3. อัตราการเข้าเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
4. อัตราการเรียนต่อชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หรือเทียบเท่า หรือประกอบอาชีพได้
5. ร้อยละที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนต่อจำนวนประชากรวัยเรียนได้รับการศึกษาขั้นพื้นฐาน
6. อัตราการออกกลางคันที่ลดลงจากปีที่ผ่านมา
7. ร้อยละของผู้จบการศึกษาขั้นพื้นฐานตามกำหนดเวลาของหลักสูตร
8. ร้อยละของนักเรียนที่ได้รับการเสริมสร้างภูมิคุ้มกันเพื่อป้องกันพฤติกรรมเสี่ยง

9. ร้อยละของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 อ่านออกเขียนได้
10. ยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มสาระวิชาหลักเพิ่มขึ้น ร้อยละ 3
11. นักเรียนทุกคนมีการพัฒนาทักษะตามศตวรรษที่ 21
12. นักเรียนระดับก่อนประถมศึกษาทุกคนได้รับการพัฒนาความพร้อมให้มีการพัฒนาทั้ง 4 ด้าน

13. ร้อยละของนักเรียนที่มีทักษะชีวิต สามารถอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข
14. อัตราเด็กด้อยโอกาสที่ได้รับการช่วยเหลือ
15. อัตราเด็กพิการ เด็กที่มีความบกพร่อง ที่ได้รับการดูแลช่วยเหลือ
16. เด็กที่มีความต้องการพิเศษทุกคนได้รับการพัฒนาตามศักยภาพ
17. ร้อยละของนักเรียนที่มีคุณธรรม
18. ร้อยละของนักเรียนที่มีค่านิยมหลักของคนไทย 12 ประการ ครบทุกคน

สอดคล้องตามช่วงวัย

19. ร้อยละของนักเรียนรักท้องถิ่น และมีความภาคภูมิใจในความเป็นไทย

5.3.2 จุดเน้นด้านครู และบุคลากรทางการศึกษา

1. อัตราการลดลงของกิจกรรมการอบรมที่ไม่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการเรียนการสอน
2. ร้อยละของครูและบุคลากรที่ปฏิบัติงานอย่างมีประสิทธิภาพ
3. ร้อยละของผู้บริหารสถานศึกษาที่มีสมรรถนะและความรับผิดชอบในการปฏิบัติงาน

5.3.3 จุดเน้นด้านโรงเรียน

1. ร้อยละของสถานศึกษาที่จัดทำระบบข้อมูลสารสนเทศนักเรียนเป็นรายบุคคล
2. ร้อยละของสถานศึกษาที่จัดการศึกษารูปแบบที่หลากหลาย
3. ร้อยละของสถานศึกษาที่ได้รับการพัฒนาตามมาตรฐานสากล
4. ร้อยละของสถานศึกษาที่มีมาตรฐานตามเกณฑ์ที่กำหนด
5. ร้อยละของสถานศึกษาที่บริหารจัดการทั้ง 4 ด้าน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
6. ร้อยละของสถานศึกษาที่ได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานภายนอก

5.3.4 จุดเน้นด้านสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา

1. สพป.ชัยนาท ผ่านการประเมินมาตรฐานเขต ระดับดีมากขึ้นไป
2. ร้อยละของสถานศึกษา และ สพป.ชัยนาท ได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานภายนอก
3. ร้อยละขององค์คณะบุคคลและคณะกรรมการสถานศึกษาขั้นพื้นฐานมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการแบบกัลยาณมิตร
4. จำนวนเครือข่ายการดูแลช่วยเหลือและจัดการศึกษาที่เหมาะสมแก่เด็กด้อยโอกาสที่ไม่อยู่ในทะเบียนราษฎร์

5.4 ปัจจัยการขับเคลื่อนนโยบายสู่ความสำเร็จ

โดยเน้นหลักการสำคัญดังนี้

1. สนับสนุนการทำงานลงสู่ระดับห้องเรียนและสถานศึกษาให้มากที่สุด เน้นระบบการประกันคุณภาพภายใน ภายใต้การดูแลขององค์กรคณะบุคคล และความเห็นชอบของคณะกรรมการสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน รวมถึงการนิเทศช่วยเหลือติดตามความก้าวหน้าของสถานศึกษาเป็นรายโรง และการปรับปรุงแก้ไขการทำงานของสถานศึกษาหากไม่สามารถดำเนินการได้ตามเป้าหมาย เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าถึงการบริการทางการศึกษาที่มีคุณภาพ นำมาซึ่งผลลัพธ์ทางการศึกษาที่พัฒนาสู่ความเป็นเลิศในทุก ๆ ด้าน
2. มุ่งพัฒนาคุณภาพสถานศึกษาโดยใช้ข้อมูลการประเมินคุณภาพภายนอก และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเป็นฐานในการพัฒนาสถานศึกษาดำเนินงานตามโครงการ/กิจกรรม สอดคล้องกับนโยบาย กลยุทธ์ จุดเน้น ตัวชี้วัดที่สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท กำหนด โดยเน้นการมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วนทั้งภาครัฐและภาคเอกชน โดยความร่วมมือ สนับสนุนของชุมชน และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
3. มุ่งเน้นการนิเทศ กำกับ ติดตาม และประเมินผลการปฏิบัติงานของสถานศึกษาเป็นรายโรงเรียน
4. ประสานความร่วมมือกับหน่วยงานทุกระดับเพื่อบูรณาการการจัดการศึกษา และ การใช้ทรัพยากรร่วมกับหน่วยงานอื่น

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยในประเทศ

ในการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี AR (Augmented Reality) ได้มีการให้ความหมายเกี่ยวกับ AR ไว้หลายความหมาย ดังนี้ เทคโนโลยีโลกเสมือนผสมโลกจริง เทคโนโลยีความจริงเสริม เทคโนโลยีความจริงเสมือน เทคโนโลยีเสมือนจริง ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดความหมายที่ใช้ในการดําการวิจัยในครั้งนี้คือ เทคโนโลยีความจริงเสมือน

พูลศรี เวศย์อุหาร (2554) หนังสือ Augmented Reality วิชาภาษาอังกฤษสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา โรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า 1. หนังสือ Augmented Reality เรื่อง The Seed Shooting Game สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพ 97.84/87.78 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 2. หนังสือ Augmented Reality ที่พัฒนาขึ้นมีค่าดัชนีประสิทธิผลการเรียนรู้ เท่ากับ 0.82 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนจากหนังสือ Augmented Reality ที่พัฒนาขึ้น ทดสอบด้วยสถิติ t-test พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

มานพ สว่างจิต (2556) ได้ศึกษาการพัฒนาสื่อความจริงเสมือน วิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก พบว่า 1) สื่อความจริงเสมือน วิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพ

88.33/87.17 ซึ่งเป็นไปตามที่กำหนดไว้ 2) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อความจริงเสมือน สูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 0.5 3) ดัชนีประสิทธิผลของสื่อความจริงเสมือน มีค่าเท่ากับ .65 4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยสื่อความจริงเสมือนอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.61$)

ณัฐวี และนพพล (2555) ได้ทำงานวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อช่วยในการสอนเรื่องตัวอักษรภาษาอังกฤษ A-Z โดยเป็นออกแบบและพัฒนาระบบเพื่อช่วยในการสอนเรื่องตัวอักษรภาษาอังกฤษ A-Z โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality : AR) พัฒนาขึ้นโดยเครื่องมือที่ชื่อว่า FLARToolkit ร่วมกับการสร้างโมเดล 3 มิติ เพื่อให้ระบบการสอนมีความน่าสนใจเข้าใจง่ายและรวดเร็วกับการเรียนแบบโลกเสมือนจริง ผลการประเมินคุณภาพของระบบโดยการใช้แบบสอบถามกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 คน และผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 30 คน พบว่าแบบประเมินคุณภาพของระบบสำหรับผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.60 และผลการประเมินคุณภาพของระบบสำหรับผู้ใช้งานทั่วไปได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.81 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.84 สรุปได้ว่าระบบที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดี

วิวัฒน์ (2556) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบชุดการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง (Augmented Reality) วัตถุประสงค์ของงานวิจัยมี 4 ประการ คือ 1) เพื่อศึกษาองค์ประกอบของชุดสื่อการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง 2) พัฒนาชุดสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงตามองค์ประกอบที่ศึกษา 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง 4) ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง โดยในการวิจัยผู้วิจัยได้ทำการพัฒนารูปแบบชุดสื่อการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงขึ้น โดยผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวังอิทก จังหวัดพิษณุโลกจำนวน 10 คน ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบชุดสื่อการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงอยู่ในเกณฑ์เหมาะสม ซึ่งประกอบด้วย 1) คู่มือครู 2) คู่มือนักเรียน 3) เนื้อหาบทเรียน 4) การทดสอบ 5) สื่อเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง 6) การนำเสนอภาพ 3 มิติ 7) รูปแบบของ Marker 8) คุณลักษณะอื่นๆ ของชุดการเรียนการสอน ผลการพัฒนาชุดสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงตามองค์ประกอบที่ศึกษา พบว่าผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ในทุกองค์ประกอบ ผลของการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยชุดการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นในการเรียนด้วยชุดการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงพบว่านักเรียนมีความรู้สึกชอบ และน่าสนใจในการเรียน ขณะที่เรียนรู้นักเรียนเรียนด้วยความสนุกสนานและเพลิดเพลิน

ปิยะภรณ์, เสกสรร และเพียงเพ็ญ (2557) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนรู้อ่านร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้เทคนิคช่วยจำ เพื่อส่งเสริมการอ่าน เรื่องมาตราตัวสะกด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 25 คน

โรงเรียนมัธยมวิทยา อำเภอกะบุรี จังหวัดระนอง กลุ่มประชากรที่ใช้ในการทดลอง ได้มาจากวิธีการเจาะจง การวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบน ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดการสอนเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้น แยกออกเป็นบทเรียนมาตราตัวสะกดจำนวน 8 บท 2) คุณภาพของชุดการเรียนรู้อ่านร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี $x = 4.46$ S.D.=0.49 3) ผลการศึกษาประสิทธิภาพของชุดการสอนเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง มีค่า $E1/E2$ คือ $80.46/88.67$ เป็นไปตามผลการวิจัยที่คาดหวังไว้คือมากกว่าหรือเท่ากับ $80/80$ 4) ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 5) ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($x = 4.68$, S.D. = 0.47) สามารถสรุปได้ว่า การพัฒนาชุดการเรียนรู้อ่านร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้เทคนิคช่วยจำเพื่อส่งเสริมการอ่าน เรื่องมาตราตัวสะกด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพและสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

ธัญญา และนางลักษณ์ (2558) ได้ทำวิจัยเรื่อง การสร้างเกมการเรียนรู้สามมิติเพื่อเสริมสร้างทักษะภาษาอังกฤษตามทฤษฎีพุทปัญญาของนักเรียนผ่านเทคโนโลยี Augmented Reality บนอุปกรณ์แท็บเล็ตโดยเป็นการพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้ภาษาอังกฤษตามแนวคิดพุทปัญญา ด้วยการประยุกต์เทคโนโลยี Augmented Reality (AR) บนอุปกรณ์แท็บเล็ตกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 10 ที่ศึกษาในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างจากกลุ่มโรงเรียนที่มีการศึกษานำร่องการใช้แท็บเล็ตจำนวน 5 โรงเรียน ด้วยวิธีการสุ่มแบบง่าย โดยใช้กระบวนการออกแบบเพื่อผลิตสื่อการสอนที่สอดคล้องกับพุทปัญญา ได้แก่ 1) ความคิดแรกเริ่มด้วยการรวบรวมข้อมูลกิจกรรมที่สนับสนุนทักษะภาษาอังกฤษตามทฤษฎีพุทปัญญา 2) การจัดระเบียบความคิดให้เป็นแบบแผนด้วยการนำข้อมูลมาวิเคราะห์สรุปผล 3) การทดสอบความคิดอย่างเป็นระบบ ด้วยการพัฒนาชิ้นงานต้นแบบและทดสอบเบื้องต้นด้วยการวัดความพึงพอใจในนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 415 คน จาก 5 โรงเรียน และ 4) การประเมินผลด้วยการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาด้วยการวัดผลก่อนและหลังเรียนในนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 62 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับมาก ในประเด็น สนุก ชอบ มีความสุข ส่วนระดับความพึงพอใจของครู อยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด ในประเด็นความน่าสนใจของสื่อและการประเมินผล คะแนนทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนรู้ผ่านแอปพลิเคชันสูงขึ้น 9.07 คะแนน มากกว่าคะแนนทดสอบหลังเรียนของกลุ่มควบคุมที่เรียนรู้ผ่านการท่องจำซึ่งสูงขึ้น 4.39 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญดังนั้นสื่อการเรียนรู้ที่สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนรู้ได้ข้อจำกัดของงานวิจัยนี้คือครูผู้สอนยังไม่สามารถสร้างสื่อ Augmented Reality ได้ เนื่องจากต้องมีทักษะทางด้านงานเขียนโปรแกรมร่วมด้วย

เกศรินทร์, อรุณา และสุทธิกานต์ (2558) ได้ทำวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์สื่อมัลติมีเดียกลุ่มสาระคณิตศาสตร์เรื่องเรขาคณิต โดยการใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัย เพื่อ 1) พัฒนาสื่อมัลติมีเดียกลุ่มสาระคณิตศาสตร์เรื่องเรขาคณิต โดยการใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพ 70/70 2) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สื่อมัลติมีเดียกลุ่มสาระคณิตศาสตร์เรื่องเรขาคณิต โดยการใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 3) หาค่าดัชนี

ประสิทธิผลในการเรียนของนักเรียนที่มีต่อสื่อมัลติมีเดียกลุ่มสาระคณิตศาสตร์เรื่องเรขาคณิตโดยการใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) สื่อมัลติมีเดียกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การพัฒนาสื่อคอมพิวเตอร์กลุ่มสาระคณิตศาสตร์เรื่องเรขาคณิตโดยการใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 2) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านหนองเหล็ก อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดอุดรธานี จำนวน 25 คน คัดเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง 10 คน สถิติที่ใช้คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบ t-test ผลการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดียเท่ากับ 76.00/91.00 ค่าเฉลี่ยหลังสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีค่าเท่ากับร้อยละ 56.45

6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

โซ, ลิน, ชู และ ชิว (Hsiao, Lin, Hsu, & Chiu, 2007) อ้างถึงใน โซ (Hsiao, 2010) ได้ศึกษาทดลองสร้างระบบการเรียนด้วย Augmented Reality ที่จัดการเรียนภาษาอังกฤษตามหลักสูตรที่ใช้สอนในโรงเรียนระดับประถม ประเทศไต้หวัน ร่วมกับการออกกำลังกาย 2 แบบ คือ การยืดกล้ามเนื้อ และการกระโดด โดยทำการวิจัยกับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 137 คน พบว่า นักเรียนที่ใช้ระบบการเรียนด้วย Augmented Reality ร่วมกับการออกกำลังกายมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทัศนคติต่อการเรียนภาษาอังกฤษดีกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งเรียนแบบปกติด้วยหนังสือ

โซ, ชู, ชิว และซัง (Hsiao, Hsu, Chiu, & Sung, 2008) อ้างถึงใน โซ (Hsiao, 2010) ได้สร้างระบบ Augmented Reality ช่วยสอน (Augmented Reality Aided Instruction System, ARAIS) เพื่อช่วยการเรียนวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนระดับประถม โดยทำการทดลองกับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 115 คน ร่วมกับกิจกรรมการออกกำลังกาย 1 แบบคือ การกระโดด ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ใช้ ARAIS มีทัศนคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ระดับประถมเป็นบวก ในระดับที่สูงกว่ากลุ่มที่ใช้หนังสือเรียนตามปกติ

โซ และซัง (Hsiao & Sung, 2009) อ้างถึงใน โซ (Hsiao, 2010) ได้สร้างระบบการเรียนเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมแบบ Augmented Reality (Ecosystems Augmented Reality Learning System, EARLS) ทาการวิจัยในโรงเรียนมัธยม 5 แห่ง จำนวน 37 ห้อง เป็น 35 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 รวม 973 คน ซึ่งเป็นการกิจกรรมการเรียนร่วมกับการออกกำลังกาย 2 แบบคือ การกระโดด กับ การชกมวย นักเรียนในกลุ่มทดลองมีทัศนคติในทางบวกต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมสูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามปกติด้วยหนังสือ และกลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปฏิสัมพันธ์โดยใช้คีย์บอร์ด และเมาส์ แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ครูผู้สอนมีความคิดเห็นที่สรุปได้ว่า ระบบการเรียนเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมแบบ Augmented Reality ไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ลดลง แต่แนวโน้มนักเรียนที่จะทำให้มีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ในอนาคต และยังเป็น การเพิ่มกิจกรรมการออกกำลังกายในโรงเรียนอีกด้วย

จีเบล และคณะ (Gebrieland other, 2012) ได้พัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้เรื่องระบบสุริยะโดยใช้ Augmented Reality สำหรับเด็กประถมศึกษา ซึ่งเป็นเนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ในการพัฒนาระบบใช้ซอฟต์แวร์ FLAR Toolkit, 3Ds studio max, Photoshop และภาษา Action script 3.0 ในการเขียนโปรแกรมควบคุมการแสดงผลของวัตถุ 3 มิติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองคือนักเรียน

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ประกอบไปด้วยการสัมภาษณ์ และแบบสอบถามที่มีหัวข้อหลัก ๆ ในเรื่องเกี่ยวกับประสิทธิผล ประสิทธิภาพ ความง่ายต่อการใช้งาน และการแสดงผลของระบบ พบว่าการใช้ Augmented Reality จะทำให้การเรียนการสอนมีความน่าสนใจ และมีประสิทธิภาพมากขึ้น

สรุปได้ว่า จากการศึกษาค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในด้านต่าง ๆ สรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในชั้นเรียนส่งผลดีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีส่วนช่วยเสริมประสิทธิภาพการเรียนการสอน สามารถกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นและ การรับรู้พร้อม ๆ กัน ทั้งการดู และการฟัง กระตุ้นความสนใจของนักเรียนต่อบทเรียนมากยิ่งขึ้นทำให้นักเรียนมีความสนใจในบทเรียนมีทัศนคติในเชิงบวกกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงที่ดีต่อการเรียน ซึ่งทำให้ผู้วิจัยมีความมั่นใจในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง ต่อไป



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยี ความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท โดยมีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อพัฒนาหนังสือเรียน ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (2) เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากหนังสือเรียนด้วย เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 (3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็น จริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยครอบคลุม (1) การกำหนดประชากรกลุ่มตัวอย่าง (2) การสร้างเครื่องมือที่ใช้ใน การวิจัย (3) การเก็บรวบรวมข้อมูล (4) การวิเคราะห์ข้อมูล และ (5) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขต พื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 55 โรงเรียน มีนักเรียน จำนวน 814 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 50 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม โดยมีขั้นมี ขั้นตอนการสุ่มกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1.2.1 สุ่มโรงเรียนที่จัดการศึกษาภาคบังคับในเขตพื้นที่พื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาชัยนาท จากทั้งหมด 55 โรงเรียน ได้ทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างมาด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ได้ โรงเรียนจำนวน 3 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนวัดโบสถ์ราษฎร์บำรุง โรงเรียนวัดสุกนาราม และโรงเรียน วัดโพงาม ซึ่งมีนักเรียนที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 50 คน

1.2.2 จำแนกนักเรียน เพื่อใช้ทดสอบประสิทธิภาพ โดยจำแนกตามผลการเรียนของ นักเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2558 มีเกณฑ์ในการจำแนกผลการเรียนผลการเรียนเฉลี่ย ดังนี้ คือ นักเรียนที่มีผลการเรียนดีในระดับ 3.01 - 4.00 จำนวน 18 คน ผลการเรียนปานกลางระดับ 2.01 - 3.00 จำนวน 22 คน และผลการเรียนต่ำระดับ 1.00 - 2.00 จำนวน 10 คน รวมทั้งสิ้น 50 คน

1.2.3 สุ่มเพื่อทดสอบประสิทธิภาพแบบเดียว ได้นักเรียนจำนวน 3 คน โดยการสุ่ม อย่างง่ายแบบจับฉลาก ดังนี้ คือ ผลการเรียนดี จำนวน 1 คน ปานกลาง จำนวน 1 คน และต่ำ จำนวน 1 คน

1.2.4 สุ่มเพื่อทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม ได้นักเรียนจำนวน 6 คน โดยการสุ่มอย่างง่ายแบบจับฉลาก ดังนี้ คือ ผลการเรียนรู้ จำนวน 2 คน ปานกลาง จำนวน 2 คน และต่ำ จำนวน 2 คน

1.2.5 สุ่มเพื่อทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม ได้นักเรียนจำนวน 41 คน โดยการสุ่มอย่างง่ายแบบจับฉลาก ดังนี้ คือ ผลการเรียนรู้ จำนวน 15 คน ปานกลาง จำนวน 19 คน และต่ำ จำนวน 7 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย (1) หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (2) แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนแบบคู่ขนาน (3) แบบสอบถามความพึงพอใจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ

2.1 หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

2.1.1 ศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน เพื่อใช้เป็นกรอบความคิดในการสร้างหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้วยคอมพิวเตอร์

2.1.2 ศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการสร้างหนังสือ เพื่อใช้เป็นกรอบในการสร้างหนังสือเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.1.3 พัฒนาหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน ดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน หลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2) วิเคราะห์เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3) กำหนดหัวเรื่องมาสร้างหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน เรื่องระบบสุริยะ แล้วทำการสรุปเนื้อหาจัดแบ่งเป็นหัวเรื่องย่อย ดังนี้

เรื่อง ระบบสุริยะ

1. กำเนิดระบบสุริยะ

2. องค์ประกอบในระบบสุริยะ

2.1 ดวงอาทิตย์

2.2 ดาวเคราะห์

2.3 ดาวเคราะห์น้อย

2.4 ดาวหาง

2.5 อุกกาบาต

2.6 ดาวเคราะห์แคระ

4) กำหนดแนวคิด ผู้วิจัยได้สรุปแนวคิด สาระและหลักเกณฑ์ที่สำคัญไว้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาในหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน

5) กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ผู้วิจัยกำหนดวัตถุประสงค์ในแต่ละหน่วยเป็นการระบุพฤติกรรมที่ต้องการ โดยเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง

6) เขียนแผนการสอน โดยวิเคราะห์เนื้อหาที่นักเรียนต้องศึกษาและหาหลักการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาแล้วนำมาเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ครอบคลุม หัวเรื่อง แนวคิด วัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียน สื่อการสอน และการประเมินผล

7) กำหนดแบบฝึกหัด ผู้วิจัยได้สร้างแบบฝึกหัดการเรียนของทุกหัวเรื่อง โดยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด

2.1.4 การสร้างหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนโดยเสนอเป็นหน่วยการเรียนรู้ จำนวน 1 หน่วย ผู้วิจัยได้ยึดแนวทางการสร้างหนังสือ ของ รังสิมันต์ ฉิมรัักษ์ (2550) เป็นแนวทางในการสร้างหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน โดยมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

1) ขั้นตอนการเตรียม (Preparation) รวบรวมศึกษาข้อมูลเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน และเอกสารสาระเรียนรู้ที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ มาตรฐาน การเรียนรู้และตัวชี้วัด ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มาวิเคราะห์ปัญหาและความต้องการ จึงได้กำหนดเป้าหมาย วัตถุประสงค์และเนื้อหาของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่องระบบสุริยะ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2) ขั้นตอนการออกแบบ (Design) นำเป้าหมาย วัตถุประสงค์ เนื้อหามาดำเนินการออกแบบและจัดเรียงเนื้อหาในการนำเสนอประกอบด้วยปก คำนำ สารบัญ คำอธิบายการใช้งาน จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา รูปภาพ วิดิทัศน์ ใบกิจกรรม แบบฝึกหัด และแบบทดสอบ

3) ขั้นตอนการเขียนผังงาน (Flowchart Lesson) กำหนดโครงสร้างหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่องระบบสุริยะ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อดำเนินการสร้างหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอน ซึ่งจะช่วยให้อาจควบคุมการผลิตให้เป็นไปตามแนวทางที่กำหนดไว้

4) ขั้นตอนการสร้างสตอรี่บอร์ด (Create Storyboard) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการแสดงรายละเอียดการวางแผนการจัดทำหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน เพื่อให้มองเห็นภาพการสร้างหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน เป็นขั้นตอนของการเตรียมการนำเสนอข้อความ ภาพ รวมทั้งสื่อในรูปแบบมัลติมีเดียต่าง ๆ ลงบนกระดาษเพื่อให้การสร้างหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนเป็นไปอย่างเหมาะสม

5) ขั้นตอนการสร้างหนังสือเรียนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน โดยผู้วิจัยได้ใช้เว็บไซต์ Aurasma.com, Youtube.com และโปรแกรม Indesign ในการสร้างโดยการพิมพ์เนื้อหา รูปภาพทั้งประเภทภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว ตกแต่งภาพ มีแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ โดยจัดทำเนื้อเป็น 1 หน่วย คือ เรื่องระบบสุริยะ

6) ขั้นตอนการผลิตเอกสารประกอบบทเรียน (Produce Supporting Material) เมื่อสร้างหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนเสร็จแล้ว เขียนคู่มือการใช้งานของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน ประกอบด้วย ชื่อคู่มือ ระบบพื้นฐานที่จำเป็น ขั้นตอนใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน และคำแนะนำการใช้งาน

2.1.5 ขั้นตอนการประเมินและแก้ไข (Evaluate and Revise) นำหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนที่สร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี เพื่อประเมินคุณภาพหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (รายงานผู้ทรงคุณวุฒิแสดงในภาคผนวก ก หน้า 123) โดยทำการประเมินความเหมาะสมของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสม แบบ Rating scale 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545. น. 102-103) ดังนี้

- 5 หมายถึง หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนมีคุณภาพระดับดีมาก
- 4 หมายถึง หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนมีคุณภาพระดับดี
- 3 หมายถึง หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนมีคุณภาพระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนมีคุณภาพระดับพอใช้
- 1 หมายถึง หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนมีคุณภาพระดับปรับปรุง

2.2 แบบทดสอบวัดความก้าวหน้าการเรียนรู้แบบคู่ขนาน หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนสำหรับทดสอบนักเรียนจากการเรียนด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ เพื่อวัดความก้าวหน้าทางการเรียน โดยมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนวัดโบสถ์ราษฎร์บำรุง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.2.2 ศึกษาทฤษฎีการสร้างแบบทดสอบของพิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548, น. 97) เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความก้าวหน้าทางการเรียน

2.2.3 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด เพื่อจัดทำแบบทดสอบให้ครอบคลุมมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด

2.2.4 สร้างแบบทดสอบวัดความก้าวหน้าทางการเรียนของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นข้อสอบ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ เป็นข้อสอบวัดพุทธิพิสัยด้านความรู้ ความเข้าใจ

2.2.5 นำแบบทดสอบวัดความก้าวหน้าทางการเรียนที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจพิจารณาถึงความเห็นว่า ข้อคำถามแต่ละข้อครอบคลุมเนื้อหาตามหลักสูตร ตรวจสอบประสิทธิภาพของแบบทดสอบด้านความตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์

การเรียนรู้ที่ต้องการวัด โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 3 ท่าน แล้วคัดเลือกข้อสอบที่ผ่านการตรวจสอบประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 15 ข้อ เพื่อนำไปทดลอง (Tryout) ต่อไป

โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความคิดเห็น ไว้ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 35-63) ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- +1 แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- 0 ไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1 แน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

นำแบบทดสอบแต่ละข้อ มาหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC : Index of Item - Objective Congruence) ถ้าดัชนีความสอดคล้องมีค่า ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป แสดงว่าข้อสอบนั้นมีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อสอบ

2.2.6 นำแบบทดสอบจำนวน 15 ข้อ ที่ผ่านการตรวจสอบประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ (Tryout) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนสรรพวิทยาส่ง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 5 ที่เคยเรียนเรื่องนี้มาแล้ว จำนวน 32 คน แล้วนำกระดาษคำตอบมาตรวจ ให้คะแนน โดยให้ข้อถูกได้ 1 คะแนน ข้อผิดหรือไม่ตอบหรือตอบเกินกว่า 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน

2.2.7 นำผลการตรวจให้คะแนนมาหาค่าความยากง่าย (P) เป็นรายข้อและหาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ ผู้วิจัยคัดเลือกข้อสอบจำนวน 10 ข้อที่มีความยากง่ายระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป เพื่อใช้เป็นข้อสอบหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่องระบบสุริยะ จำนวน 15 ข้อ แล้วคัดข้อสอบให้เหลือ 10 ข้อ ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ดังนี้

ตารางที่ 3.1 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

แบบทดสอบ	ความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
ก่อนเรียน	0.44 – 0.69	0.25 – 0.31
หลังเรียน	0.41 – 0.75	0.22 – 0.31

2.2.8 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดความก้าวหน้าทางการเรียน หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่องระบบสุริยะ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นมาตราค่า (Rating Scale) 5 ระดับตามวิธีของ ลิเคิร์ท (Likert's scale) จำนวน 15 ข้อ โดยมี

เนื้อหาครอบคลุมเกี่ยวกับความพึงพอใจด้านวิธีใช้ ด้านเนื้อหาและการออกแบบ ด้านการเชื่อมโยง ด้านคุณค่าและประโยชน์โดยมีการสร้างแบบสอบถามดังนี้

2.3.1 ศึกษาแนวคิด เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และลักษณะการสร้างแบบสอบถามของประภาพันธ์ พลายจันทร์ (2546, น. 6) เพื่อกำหนดขอบข่าย เนื้อหา และรูปแบบที่จะสำรวจ

2.3.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (รายละเอียดแบบสอบถามความพึงพอใจแสดงในภาคผนวก ง) โดยพิจารณาเกี่ยวกับลักษณะของเนื้อหา และการผลิตสื่อ เป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) คือ

5 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก

3 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับปานกลาง

2 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับน้อย

1 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การสำรวจระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไว้ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2543, น. 67)

4.51 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

3.51 – 4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

2.51 – 3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

1.51 – 2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

1.00 – 1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

2.3.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจ จำนวน 15 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสม

2.3.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจไปสอบถามกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดโบสถ์ราษฎร์บำรุง โรงเรียนวัดสุกนาราม และโรงเรียนวัดโพงาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท จำนวน 50 คน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดสอบประสิทธิภาพหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน ดังนี้

3.1 ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) กับนักเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่อง ระบบสุริยะ แล้วบันทึกผลไว้เป็นคะแนนสอบก่อนเรียนสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

3.2 ผู้วิจัยได้จัดการเรียนการสอนโดยใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 3 โรงเรียน คือ โรงเรียนวัดโบสถ์ราษฎร์บำรุง โรงเรียนวัดสุทัศนาราม และโรงเรียนวัดโพงาม สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท จำนวน 50 คน ซึ่งได้จากการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง แบบกลุ่ม โดยการเรียน เป็นกลุ่ม โดยมีรายละเอียดในการเก็บข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 3.2 การเก็บข้อมูลการใช้หนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนกับกลุ่มตัวอย่าง

โรงเรียน	วัน/เดือน/ปี ที่ใช้เครื่องมือวิจัย	เวลา ที่ใช้เครื่องมือวิจัย
1. โรงเรียนวัดสุทัศนาราม	8 กุมภาพันธ์ 2560	2 ชั่วโมง
2. โรงเรียนวัดโพงาม	9 กุมภาพันธ์ 2560	2 ชั่วโมง
3. โรงเรียนวัดโบสถ์ราษฎร์บำรุง	13 กุมภาพันธ์ 2560	2 ชั่วโมง

3.3 หลังจากทำการทดลองใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยนำ แบบทดสอบวัดความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่องระบบสุริยะ ไปทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับ นักเรียน แล้วบันทึกผลไว้เป็นคะแนนสอบหลังเรียนสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4 ให้นักเรียนตอบแบบสอบถามความพึงพอใจหลังจากที่ได้รับการสอนโดยใช้ หนังสือ เรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แล้วเก็บรวบรวมแบบสอบถามเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการดำเนินการทดลองมาวิเคราะห์ ดังนี้

4.1 ผลการศึกษาการหาประสิทธิภาพของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยนำคะแนน ระหว่างเรียน และคะแนนทดสอบหลังเรียนมาคำนวณค่า E_1/E_2

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบทดสอบวัดความก้าวหน้าทางการเรียน ผู้วิจัยได้ดำเนินการ เปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียน ด้วยการทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่าง คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบอันดับที่มีเครื่องหมายของวิลคอกสัน (The Wilcoxon Signed Ranks Test)

4.3 การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน จากแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มี ต่อหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นำข้อมูลจากการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่ได้มา

วิเคราะห์ ความคิดเห็น โดยหาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแต่ละรายการมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ โดยการแปลความหมายดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2543, น. 67)

- 4.51 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด
- 3.51 – 4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก
- 2.51 – 3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง
- 1.51 – 2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย
- 1.00 – 1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

5.1 ค่าเฉลี่ยในการคำนวณหาค่าเฉลี่ย มีสูตรดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, น. 137)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย
 $\sum X$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
 n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

5.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีสูตรดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, น. 143)

$$S.D. = \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมดหรือขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

5.3 การหาค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีสูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ, 2539, น. 249)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบ
 กับจุดประสงค์การเรียนรู้
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

การแปลความหมายของ IOC

ค่า IOC ≥ 0.5 แสดงว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์นำไปใช้ได้

ค่า IOC < 0.5 แสดงว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ต้องปรับปรุง

5.4 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (E_1/E_2) โดยกำหนดเป้าหมาย 80/80 มีสูตรดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2542, น. 215)

$$E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100$$

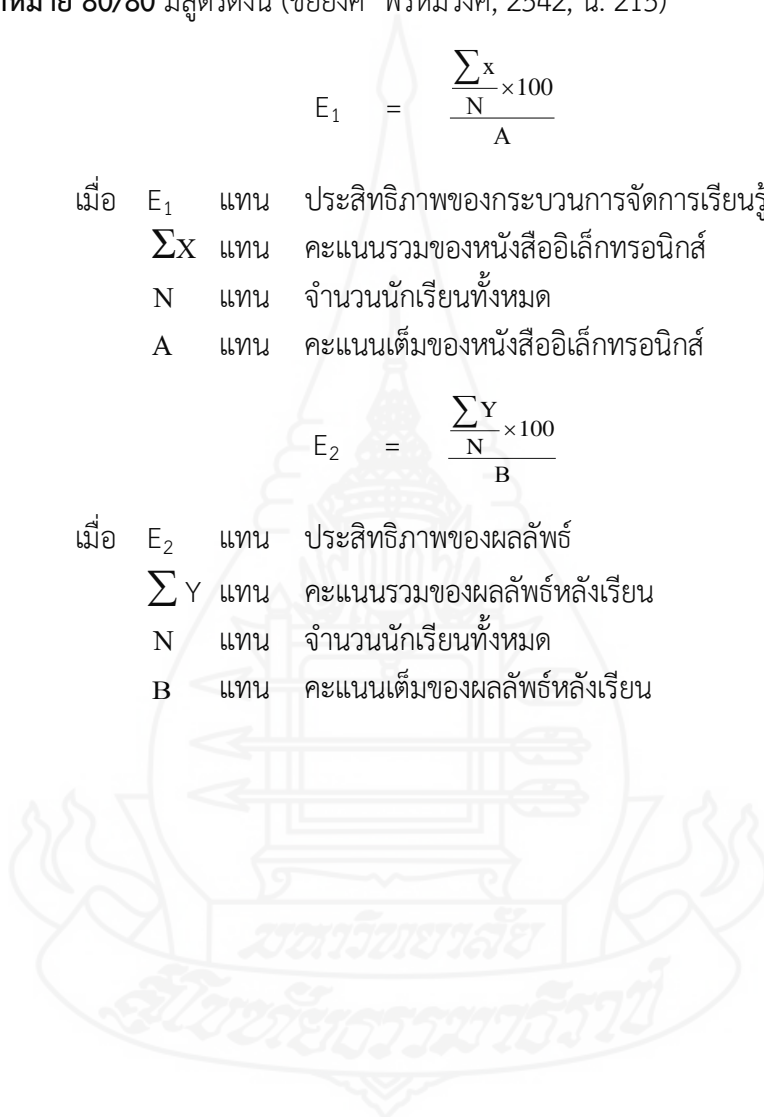
A

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการเรียนรู้
 $\sum X$ แทน คะแนนรวมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด
 A แทน คะแนนเต็มของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

$$E_2 = \frac{\sum Y}{N} \times 100$$

B

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 $\sum Y$ แทน คะแนนรวมของผลลัพธ์หลังเรียน
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด
 B แทน คะแนนเต็มของผลลัพธ์หลังเรียน



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยการใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งได้มาโดยการเก็บข้อมูลจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 สามารถแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลได้เป็น 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปรผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80

ผู้วิจัยได้สร้างหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และนำไปตรวจสอบคุณภาพโดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน และ ได้นำหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดโบสถ์ราษฎร์บำรุง โรงเรียนวัดสุทัศนาราม และโรงเรียนวัดโพธิ์งาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 50 คน โดยมีขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของกระบวนการและผลลัพธ์ (E₁/E₂) 3 ขั้นตอน คือ (1) การทดสอบแบบเดี่ยว (2) การทดสอบแบบกลุ่ม และ (3) การทดสอบแบบภาคสนาม ซึ่งผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

1.1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน ในการทดสอบแบบเดี่ยว ได้แก่ ผลการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดโบสถ์ราษฎร์ บำรุง โรงเรียนวัดสุกนาราม และโรงเรียนวัดโพธิ์งาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 3 คน ซึ่งมีผลการเรียนคละกัน คือ นักเรียนที่มีผลการเรียนดี 1 คน นักเรียนที่มีผลการเรียนปานกลาง 1 คน และ นักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ 1 คน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 3 คน โดยใช้สูตรหาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ผลปรากฏดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ ในการทดสอบแบบเดี่ยว ($n = 3$)

การทดสอบ ประสิทธิภาพ	ร้อยละของคะแนน กิจกรรมระหว่างเรียน (E_1)	ร้อยละของคะแนน ทดสอบหลังเรียน (E_2)	E_1/E_2
แบบเดี่ยว	72.22	73.33	72.22/73.33

จากตารางที่ 4.1 พบว่า การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ มีประสิทธิภาพ 72.22/73.33

ผู้วิจัยได้ สังเกต และซักถามปัญหาข้อสงสัยของนักเรียนในการใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ และทำการปรับปรุงเพิ่มเติม ได้แก่ ลดความยาวของภาพเคลื่อนไหวที่แสดงในแอปพลิเคชันโดยตัดส่วนที่ไม่จำเป็นเพื่อให้เนื้อหามีความกระชับและเกิดความน่าสนใจกับนักเรียน และเปลี่ยนภาพที่ไม่ชัด เนื่องจากการประมวลผลของกล้องใช้เวลานาน

1.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน ในการทดสอบแบบกลุ่ม ได้แก่ ผลการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดโบสถ์ราษฎร์ บำรุง โรงเรียนวัดสุกนาราม และโรงเรียนวัดโพธิ์งาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 6 คน ซึ่งมีผลการเรียนคละกัน คือ นักเรียนที่มีผลการเรียนดี 2 คน นักเรียนที่มีผลการเรียนปานกลาง 2 คน และ นักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ 2 คน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 6 คน โดยใช้สูตรหาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ผลปรากฏดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะ ในการทดสอบแบบกลุ่ม (n = 6)

การทดสอบ ประสิทธิภาพ	ร้อยละของคะแนน กิจกรรมระหว่างเรียน (E ₁)	ร้อยละของคะแนน ทดสอบหลังเรียน (E ₂)	E ₁ /E ₂
แบบกลุ่ม	75.56	76.67	75.56/76.67

จากตารางที่ 4.2 พบว่า การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ มีประสิทธิภาพ 75.56/76.67

ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องเพิ่มเติมจากการสอบถามนักเรียน ได้แก่ การปรับปรุงแก้ไขรูปภาพในส่วนของภาพนิ่งในหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ โดยการปรับสี และความชัดของภาพ ทำให้เมื่อนำสมาร์ตโฟนหรือ คอมพิวเตอร์พกพามาส่องจะสามารถแสดงผลได้ทันที หรือใช้เวลาในค้นหาน้อยลง เนื่องจากภาพมีความชัดเจนขึ้น

1.3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน ในการทดสอบแบบภาคสนาม ได้แก่ ผลการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดโบสถ์ราษฎร์บำรุง โรงเรียนวัดสุทัศนาราม และโรงเรียนวัดโพงาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา ชัยนาท ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 41 คน ซึ่งมีผลการเรียนคละกัน คือ นักเรียนที่มีผลการเรียนดี 15 คน นักเรียนที่มีผลการเรียนปานกลาง 19 คน และ นักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ 7 คน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 41 คน โดยใช้สูตรหาประสิทธิภาพ (E₁/E₂) ผลปรากฏดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ ในการทดสอบแบบภาคสนาม (n = 41)

การทดสอบ ประสิทธิภาพ	ร้อยละของคะแนน กิจกรรมระหว่างเรียน (E ₁)	ร้อยละของคะแนน ทดสอบหลังเรียน (E ₂)	E ₁ /E ₂
แบบภาคสนาม	81.06	82.00	81.06/82.00

จากตารางที่ 4.3 พบว่า การทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนามของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ มีประสิทธิภาพ E₁/E₂ = 81.06/82.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (n=41)

การทดสอบ	คะแนนก่อนเรียน		คะแนนหลังเรียน		t-test
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	
แบบภาคสนาม	6.88	0.75	8.20	1.10	9.60*

* $p < .05$, $df = 40$, $t = 1.684$

จากตารางที่ 4.4 พบว่า การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนามจำนวน 41 คน เมื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในการทดสอบแบบภาคสนาม ปรากฏผลดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (n=41)

ข้อที่	รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1	หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนมีขนาดตัวอักษรมีความเหมาะสม อ่านง่าย ชัดเจน จูงใจให้อยากเรียน	4.63	0.56	มากที่สุด
2	หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนมีภาพประกอบสามารถสื่อความหมาย และสัมพันธ์กับเนื้อหา	4.65	0.48	มากที่สุด
3	หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนมีเนื้อหาชัดเจน เข้าใจง่าย เรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	4.61	0.49	มากที่สุด
4	หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนมีจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ชัดเจน	4.55	0.67	มากที่สุด
5	หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนมีเนื้อหาเหมาะสมกับระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.59	0.67	มากที่สุด
6	กิจกรรมในหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.65	0.56	มากที่สุด
7	หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนทำให้นักเรียนสนใจและเข้าใจบทเรียนมากยิ่งขึ้น	4.69	0.51	มากที่สุด
8	หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนมีขั้นตอนการปฏิบัติชัดเจนสามารถปฏิบัติตามได้ง่าย	4.65	0.56	มากที่สุด
9	หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้	4.55	0.78	มากที่สุด
10	หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการสืบเสาะหาความรู้มากขึ้น	4.65	0.59	มากที่สุด
11	นักเรียนทุกคนได้เป็นผู้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองหรือร่วมกับกลุ่มทุกกิจกรรม	4.59	0.64	มากที่สุด
12	หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนทำให้นักเรียนสนุกกับการเรียนวิทยาศาสตร์	4.57	0.73	มากที่สุด

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ข้อที่	รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
13	นักเรียนได้ทราบผลความก้าวหน้าและข้อบกพร่อง ของตนเองอยู่เสมอ	4.61	0.70	มากที่สุด
14	ส่งเสริมการทำงานเป็นกลุ่ม มีความสุขกับการ ทำงาน	4.61	0.67	มากที่สุด
15	นักเรียนได้ศึกษาและทบทวนบทเรียนได้ด้วย ตนเองนอกเวลาเรียน	4.67	0.55	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย		4.62	0.61	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.5 พบว่า หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.62$, S.D. = 0.61) เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า ข้อที่มีคะแนนเฉลี่ยของความพึงพอใจสูงสุด 2 อันดับแรก คือ หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนทำให้นักเรียนสนใจและเข้าใจบทเรียนมากยิ่งขึ้นมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.69$, S.D. = 0.51) รองลงมา คือ นักเรียนได้ศึกษาและทบทวนบทเรียนได้ด้วยตนเองนอกเวลาเรียน ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = 0.55) ส่วนข้อที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนมีจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ชัดเจน มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.55$, S.D. = 0.67) และ หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ ($\bar{X} = 4.55$, S.D. = 0.78)

บทที่ 5

รายละเอียดต้นแบบชิ้นงาน

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท มีเครื่องมือ ได้แก่หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ มีรายละเอียดดังนี้

ภาคที่ 1 คู่มือการใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

1. รายละเอียดของวิชาวิทยาศาสตร์
2. การเตรียมตัวของครูผู้สอน
3. แผนผังการจัดชั้นเรียน
4. บทบาทของครูและนักเรียน
5. ส่วนประกอบของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

ภาคที่ 2 คู่มือการเรียนรู้ด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

1. การเตรียมตัวของนักเรียน
2. บทบาทของนักเรียน
3. ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน
4. การใช้แอปพลิเคชันร่วมกับหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

ภาคที่ 3 แบบฝึกหัด

1. แบบทดสอบก่อนเรียน
2. แบบฝึกหัดระหว่างเรียน
3. แบบทดสอบหลังเรียน
4. เฉลยแบบฝึกหัด/แบบทดสอบหลังเรียน

ภาคที่ 4 รายละเอียดของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

1. หน้าหลักของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน
2. แนะนำการเรียน
3. แบบทดสอบก่อนเรียน
4. บทเรียน
5. แบบฝึกหัดระหว่างเรียน
6. แบบทดสอบหลังเรียน

ภาคที่ 1

คู่มือการใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน





แขนงวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

คู่มือการใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



จัดทำโดย นายอภิรักษ์ สุโส

คำนำ

คู่มือการใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลิตขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการ จัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ เป็นสื่อประกอบการสอน

ผู้ผลิตหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนหวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเรียนด้วย เทคโนโลยีความจริงเสมือนที่พัฒนาขึ้นนี้จะประโยชน์ต่อผู้สอนและนักเรียนเป็นอย่างมาก

อภิรักษ์ สุโส
ผู้จัดทำ



สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
รายละเอียดของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์	1
การเตรียมตัวของครูผู้สอน	2
แผนผังการจัดชั้นเรียน	3
บทบาทของครูและนักเรียน	3
ส่วนประกอบของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน	3



1. รายละเอียดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.1 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา อธิบาย วิเคราะห์ คำนวณ สำรวจ ตรวจสอบ ระบุ เกี่ยวกับความเร่ง ผลของแรงลัพธ์ แรงกิริยา แรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุ แรงพยางของของเหลว แรงเสียดทานสถิต แรงเสียดทานจลน์ โมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อวัตถุ มีผลทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง แนวโค้ง แนววงกลม พลังงานที่สะสมในวัตถุในรูปพลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วงรวมถึงกฎการอนุรักษ์พลังงานกล พลังงานไฟฟ้าและความสัมพันธ์ของความต่างศักย์ ความต้านทาน กระแสไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน วงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ รวมไปถึงวิวัฒนาการ และองค์ประกอบของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ความสัมพันธ์ระหว่างดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์ ดาวเคราะห์อื่น ๆ ที่ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบนโลก และตำแหน่งของกลุ่มดาวฤกษ์ต่าง ๆ

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การทดลอง การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจ ตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย

เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

1.2 ตัวชี้วัดความสำเร็จ

1.2.1 นักเรียนสามารถสืบค้นและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์และดาวเคราะห์อื่น ๆ และผลที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบนโลกได้

1.2.2 นักเรียนสามารถสืบค้นและอธิบายองค์ประกอบของเอกภพ กาแล็กซี และระบบสุริยะได้

1.2.3 นักเรียนสามารถระบุตำแหน่งของกลุ่มดาว และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้

1.3 หน่วยการเรียนรู้

หน่วยที่ 1 พันธุกรรม

หน่วยที่ 2 ระบบนิเวศ

หน่วยที่ 3 สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

หน่วยที่ 4 ความหลากหลายทางชีวภาพ

หน่วยที่ 5 แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน

หน่วยที่ 6 ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

หน่วยที่ 7 เอกภพ

การพัฒนาหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน ผู้วิจัยได้ศึกษาใน หน่วยที่ 7 เอกภพ เรื่องระบบสุริยะ

2. การเตรียมตัวของครูผู้สอน

2.1 ก่อนการใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

2.1.1 ครูผู้สอนต้องศึกษาคู่่มือการใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนอย่างละเอียด

2.1.2 ตรวจสอบความพร้อมของวัสดุและอุปกรณ์

- 1) ตรวจสอบสภาพการใช้งานของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน
- 2) จัดเตรียมคอมพิวเตอร์พกพาหรือสมาร์ทโฟนที่สามารถเชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ตสำหรับนักเรียน กลุ่มละ 1 เครื่อง
- 3) จัดเตรียมคู่มือการเรียนรู้ด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนและแบบฝึกหัดสำหรับนักเรียนกลุ่มละ 1 ชุด

2.2 ขณะใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

2.2.1 ชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน พร้อมทั้งแนะนำขั้นตอนการเรียนรู้ และแจกคู่มือการเรียนรู้และแบบฝึกหัดแก่นักเรียน

2.2.2 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้การสอน ตามลำดับดังนี้

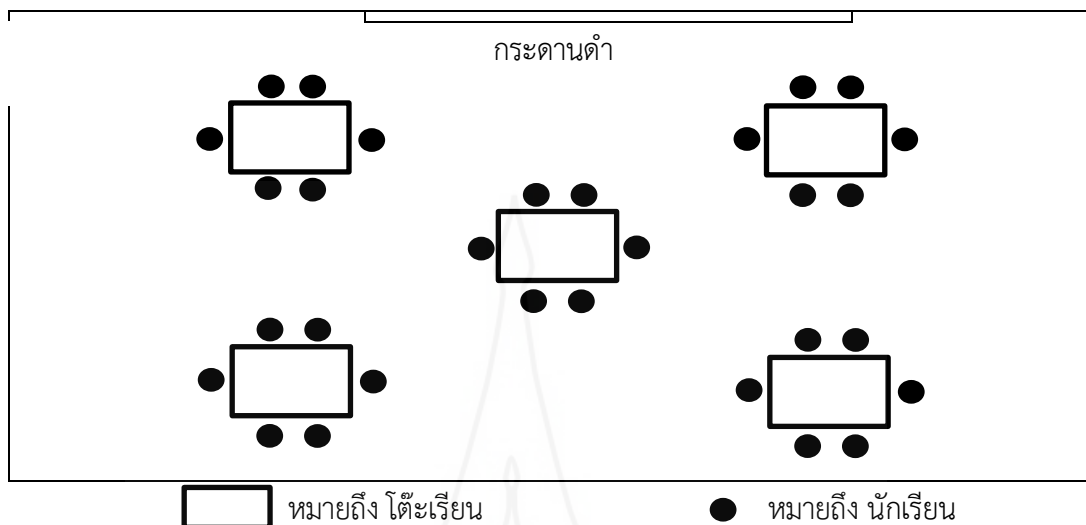
- 1) ทดสอบก่อนเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบจำนวน 10 ข้อ ลงในกระดาษคำตอบในแบบฝึกหัดโดยอ่านคำถามในเอกสารแบบฝึกหัด เวลา 20 นาที
- 2) ศึกษาบทเรียน นักเรียนศึกษาเนื้อหาของบทเรียนในแต่ละตอน หลังจากนั้นทำแบบฝึกหัดจนครบทุกเรื่อง
- 3) ทดสอบหลังเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 10 ข้อ ลงในกระดาษคำตอบในแบบฝึกหัดโดยอ่านคำถามในเอกสารแบบฝึกหัด เวลา 20 นาที

2.3 หลังการใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

2.3.1 เก็บแบบฝึกหัดของนักเรียนไปตรวจสอบ เพื่อดูความก้าวหน้าของนักเรียน

2.3.2 เก็บและตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียน

3. แผนผังการจัดชั้นเรียน



4. บทบาทของครูและนักเรียน

4.1 บทบาทของครู การสอนด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน ผู้สอนมีบทบาท ดังนี้

- 4.1.1 กำกับดูแลการเรียนรู้ให้นักเรียนศึกษาบทเรียนด้วยตนเอง
- 4.1.2 ให้คำแนะนำแก่นักเรียนเมื่อพบปัญหาขณะเรียน
- 4.1.3 ตรวจสอบการทำกิจกรรมระหว่างเรียนของนักเรียน
- 4.1.4 ประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน

4.2 บทบาทของนักเรียน

- 4.2.1 ศึกษาเนื้อหาในหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน
- 4.2.2 ทำแบบฝึกหัด
- 4.2.3 ทำแบบทดสอบหลังเรียน

5. ส่วนประกอบของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

บทเรียนหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วยรายการหลัก 6 รายการ ได้แก่ (1) แนะนำวิธีเรียน (2) ทดสอบก่อนเรียน (3) เนื้อหา (4) กิจกรรมระหว่างเรียน (5) ทดสอบหลังเรียน (6) ข้อมูลผู้จัดทำโดยมีรายละเอียด ดังนี้

5.1 แนะนำวิธีเรียน เป็นรายการที่แนะนำให้นักเรียนทราบวิธีการเรียนด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

- 5.1.1 คำชี้แจงการใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

5.1.2 คำนำ

5.1.3 สารบัญ

5.1.4 วัตถุประสงค์

5.2 แบบทดสอบก่อนเรียน เป็นรายการสำหรับให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ โดยให้นักเรียนทำลงในกระดาษที่ครูแจกให้

5.3 เนื้อหา เป็นรายการสำหรับให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับระบบสุริยะโดยแบ่งเป็น 2 หัวข้อ ได้แก่

หัวข้อที่ 1 กำเนิดระบบสุริยะ

หัวข้อที่ 2 องค์ประกอบของระบบสุริยะ

เมื่อนักเรียนศึกษาเนื้อหาในแต่ละเรื่องเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดของแต่ละเรื่อง

5.4 กิจกรรมระหว่างเรียน ในรายการนี้แบ่งแบบฝึกหัดออกเป็น 5 แบบฝึกหัด โดยนักเรียนศึกษาเนื้อหาแต่ละเรื่อง หลังจากนั้นจึงทำแบบฝึกหัด

5.5 แบบทดสอบหลังเรียน เป็นรายการสำหรับให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ โดยนักเรียน ต้องทำแบบฝึกหัดให้ครบทุกแบบฝึกหัดก่อนจึงจะสามารถทำแบบทดสอบหลังเรียนได้

5.6 เกี่ยวกับผู้สอน แสดงข้อมูลเกี่ยวกับผู้พัฒนาหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน





ภาคที่ 2

คู่มือการเรียนรู้ด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน



แขนงวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

คู่มือการใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



จัดทำโดย นายอภิรักษ์ สุโส

คำนำ

คู่มือการเรียนรู้ด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลิตขึ้นเพื่อเป็นคู่มือในการใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนสำหรับนักเรียน รายละเอียดประกอบด้วย การเตรียมตัวและบทบาทของนักเรียน ขั้นตอนการเรียนรู้และวิธีการใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

ผู้ผลิตหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนที่พัฒนาขึ้นนี้จะประโยชน์ต่อผู้สอนและนักเรียนเป็นอย่างมาก

อภิรักษ์ สุใส
ผู้จัดทำ



สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
การเตรียมตัวของนักเรียน	1
บทบาทของนักเรียน	1
ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน	1
การใช้แอปพลิเคชันร่วมกับหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน	2



1. การเตรียมตัวของนักเรียน

ในการเรียนด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ นักเรียนต้องเตรียมตัวในการเรียนดังนี้

1.1 ศึกษารายละเอียดการใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน ในคู่มือการเรียนด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนอย่างละเอียด

1.2 ตรวจสอบความพร้อมในการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์พกพาหรือสมาร์ทโฟน และหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

1.3 เตรียมอุปกรณ์เครื่องเขียน สำหรับทำแบบฝึกหัด

2. บทบาทของนักเรียน

ในขณะที่เรียนด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ นักเรียนมีบทบาทดังนี้

2.1 ศึกษาเนื้อหาของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนและบันทึกสาระสำคัญอย่างตั้งใจ

2.2 ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนอย่างเต็มความสามารถ

2.3 หากพบปัญหาในการใช้บทเรียนขณะกำลังเรียนอยู่ ให้นักเรียนรีบแจ้งครูผู้สอนโดยทันที

2.4 ไม่รบกวนผู้อื่นขณะเรียนด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

3. ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

ในการเรียนด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ มีลำดับขั้นตอนในการเรียนดังนี้

3.1 ทดสอบก่อนเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 10 ข้อ ลงในกระดาษคำตอบในเอกสารแบบฝึกหัดโดยอ่านคำถามได้ในเอกสารแบบฝึกหัด เวลา 20 นาที

3.2 ศึกษาบทเรียน นักเรียนศึกษาเนื้อหาของบทเรียนในแต่ละหัวเรื่องและบันทึกสาระสำคัญ

3.3 ทำแบบฝึกหัด โดยทำลงในเอกสารแบบฝึกหัดที่ครูแจกให้

3.4 ทดสอบหลังเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 10 ข้อ ลงในกระดาษคำตอบในแบบฝึกหัด โดยอ่านคำถามได้ในเอกสารแบบฝึกหัด เวลา 20 นาที

4. การใช้แอปพลิเคชันร่วมกับหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

การใช้แอปพลิเคชันร่วมกับหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ มีขั้นตอนในการใช้ดังนี้

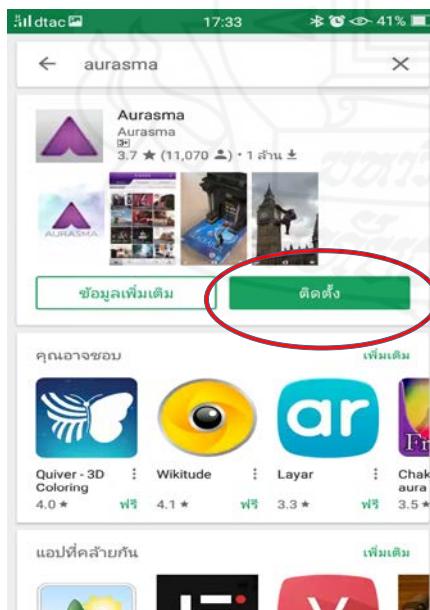
4.1 ดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน Aurasma โดยเข้าไปที่เพล สโตร์ (Play Store) ในระบบปฏิบัติการ แอนดรอยด์ (Android) หรือ แอป สโตร์ (App Store) ในระบบปฏิบัติการ ไอโอเอส (iOS) เลือกติดตั้ง เลือกยอมรับ



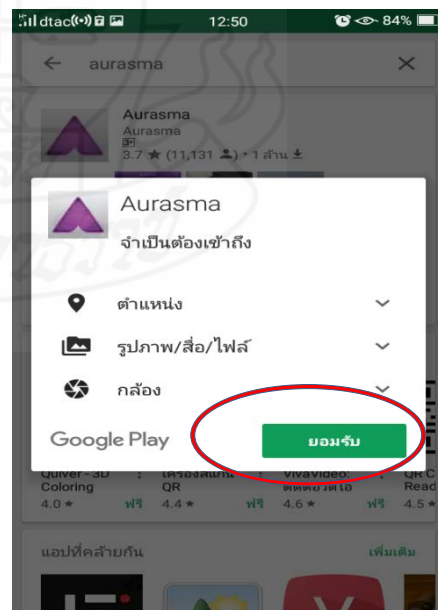
แอปพลิเคชัน เพล สโตร์ (Play Store) ในระบบปฏิบัติการ แอนดรอยด์ (Android)



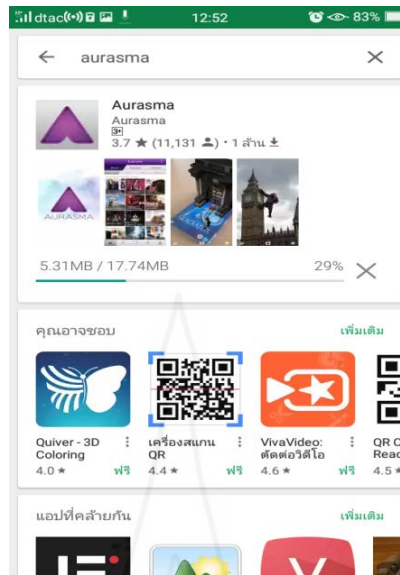
แอปพลิเคชัน แอป สโตร์ (App Store) ในระบบปฏิบัติการ ไอโอเอส (iOS)



ภาพที่ 5.1 เลือกติดตั้งแอปพลิเคชัน

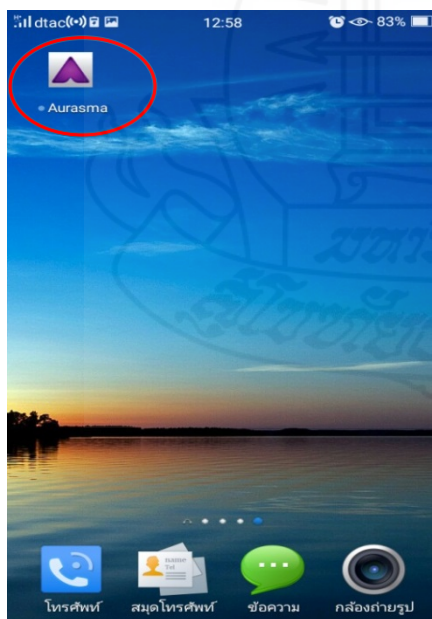


ภาพที่ 5.2 เลือกยอมรับการติดตั้ง

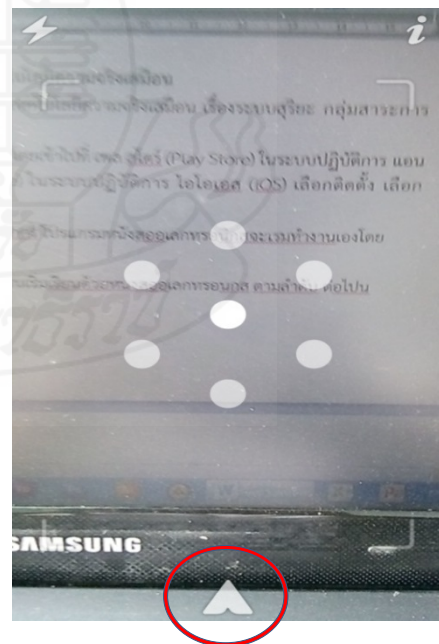


ภาพที่ 5.3 ระบบกำลังดำเนินการติดตั้งแอปพลิเคชัน

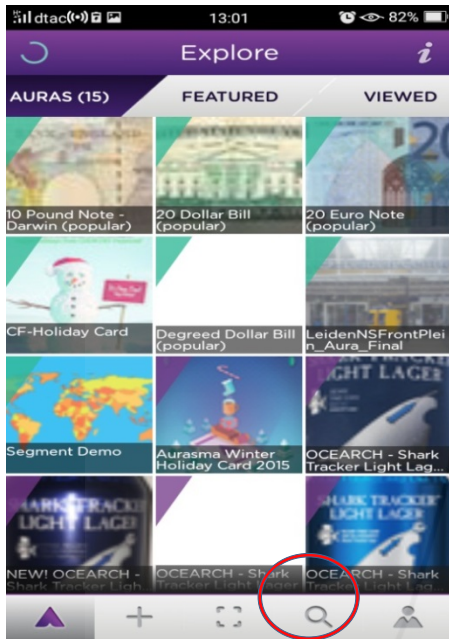
4.2 เลือกแอปพลิเคชัน Aurasma เลือก สัญลักษณ์สามเหลี่ยมด้านข้างตรงกลาง เลือก สัญลักษณ์ แวนขยายด้านล่าง และที่ช่องค้นหา พิมพ์ SSM3 เลือกข้อมูล เลือก FOLLOW เลือกช่องสี่เหลี่ยมด้านล่าง นำไปส่องกับรูปภาพในหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนที่มีสัญลักษณ์ AR จะปรากฏภาพเคลื่อนไหวพร้อมเสียงบรรยาย



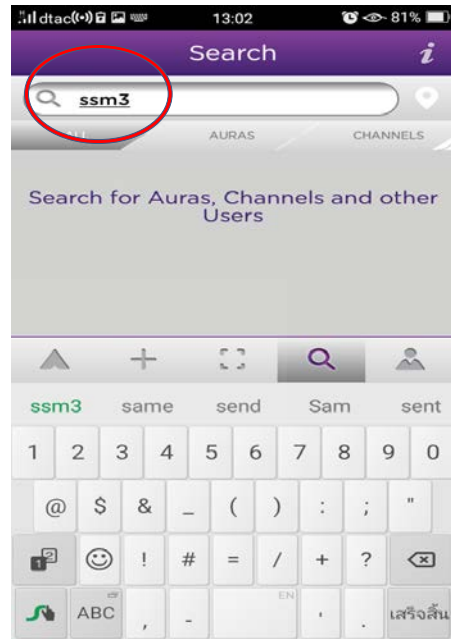
ภาพที่ 5.4 เลือกแอปพลิเคชัน



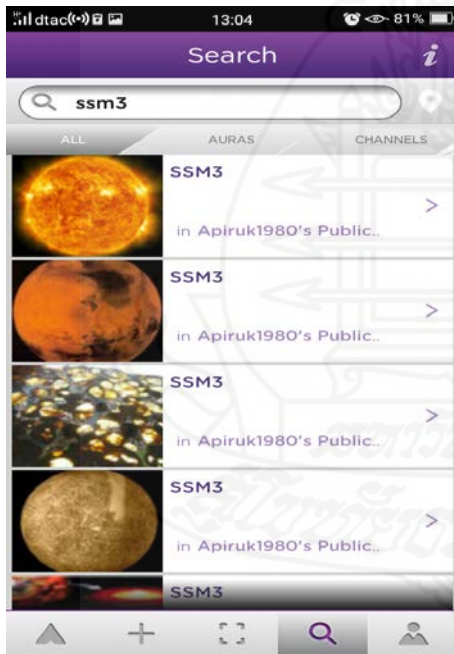
ภาพที่ 5.5 เลือกสัญลักษณ์รูปสามเหลี่ยมด้านล่างของจอ



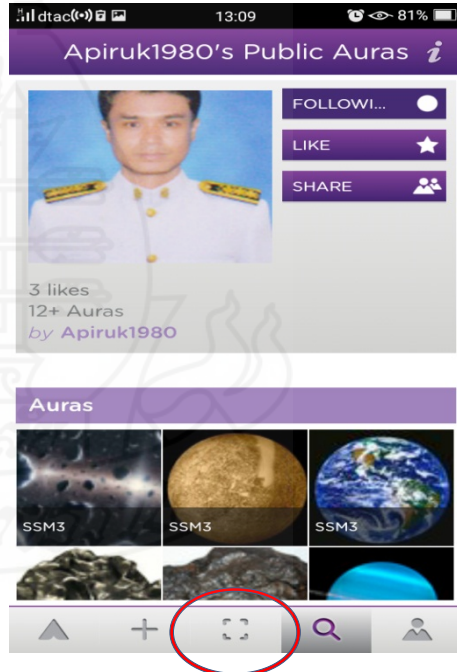
ภาพที่ 5.6 เลือกสัญลักษณ์รูปแว่นขยาย



ภาพที่ 5.7 พิมพ์ SSM3 ในช่องค้นหา



ภาพที่ 5.8 เลือกรูปภาพที่ต้องการส่อง



ภาพที่ 5.9 เลือก FOLLOW แล้วเลือกสัญลักษณ์รูปสี่เหลี่ยมด้านล่างของจอ



ภาพที่ 5.10 นำไปส่องกับภาพในหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

ภาพที่ 5.11 แสดงวีดิทัศน์พร้อมเสียง

4.3 เมื่อติดตั้ง แอปพลิเคชันแล้วให้นักเรียนเริ่มเรียนด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนตามลำดับ ต่อไปนี้

4.3.1 ให้นักเรียนอ่านคำชี้แจงในการใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนให้เข้าใจ

4.3.2 เมื่อเข้าใจวิธีการการเรียนรู้ด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนแล้วให้นักเรียนเปิดหน้าแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อเริ่มทำแบบทดสอบก่อนเรียน

4.3.3 ศึกษาเนื้อหา โดยไม่จำเป็นต้องเรียงลำดับเนื้อหา

4.3.4 เมื่อจบเนื้อหาในแต่ละเรื่องให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบฝึกหัด

4.3.5 เมื่อศึกษาเนื้อหาและทำแบบฝึกหัดเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

4.3.6 ดูรายละเอียดเกี่ยวกับครูผู้สอน



นายอภิรักษ์ สุโส
ตำแหน่ง ครู โรงเรียนวัดโบสถ์ราษฎร์บำรุง
ตำบลโพงาม อำเภอสรรคบุรี จังหวัดชัยนาท



ภาคที่ 3
แบบฝึกหัด



แขนงวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

แบบฝึกหัด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จัดทำโดย นายอภิรักษ์ สุโส

คำนำ

แบบฝึกหัดประกอบการเรียนหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผิดขึ้นเพื่อให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดขณะที่เรียนโดยใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ

ผู้ผลิตหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนที่พัฒนาขึ้นจะเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนและนักเรียนเป็นอย่างมาก

นายอภิรักษ์ สุโส
ผู้จัดทำ

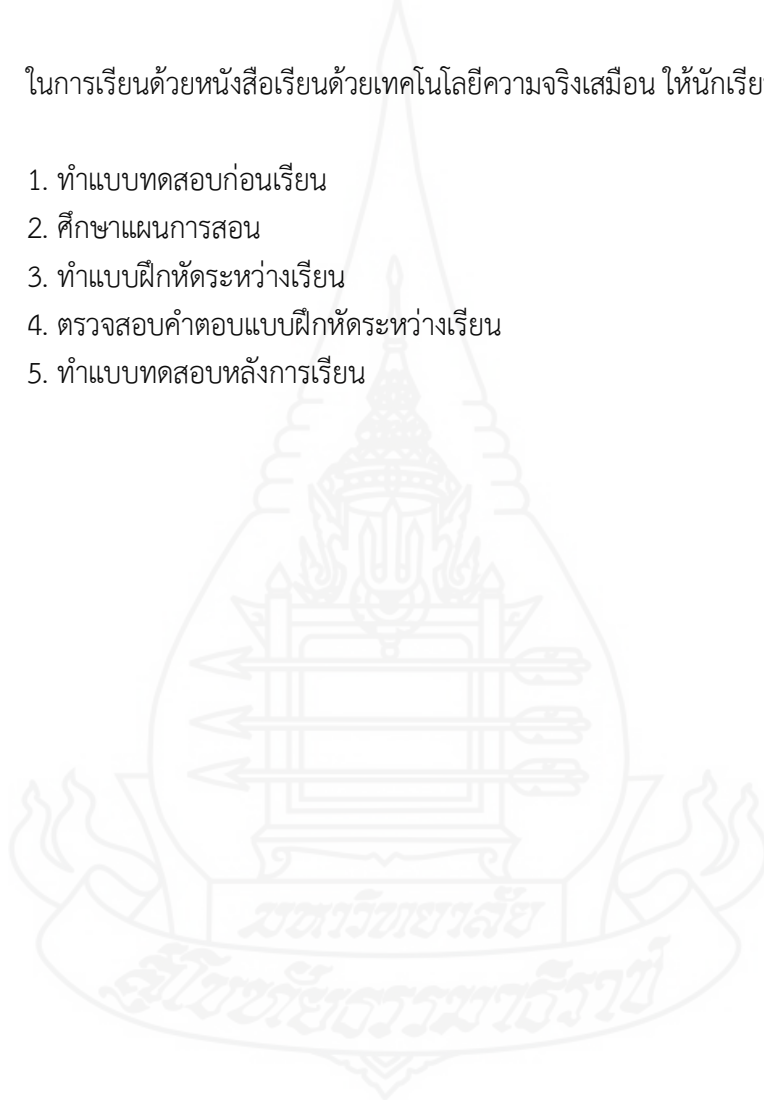


คำชี้แจงการใช้แบบฝึกหัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ

แบบฝึกหัดประกอบการเรียนหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ ประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนการเรียนรู้ แผนการสอน แบบฝึกหัดระหว่างเรียน เฉลยแบบฝึกหัด แบบทดสอบหลังการเรียนรู้ และเฉลยแบบทดสอบก่อนและหลังการเรียนรู้

ในการเรียนด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอน
ดังนี้

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
2. ศึกษาแผนการสอน
3. ทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน
4. ตรวจสอบคำตอบแบบฝึกหัดระหว่างเรียน
5. ทำแบบทดสอบหลังการเรียนรู้



แบบทดสอบก่อนเรียน
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ

คำชี้แจง แบบทดสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวม 10 คะแนน

คำสั่ง จงเขียนเครื่องหมายกากบาท (☐) ในช่องตัวอักษร ก ข ค ง ที่ถูกที่สุดลงในกระดาษคำตอบ

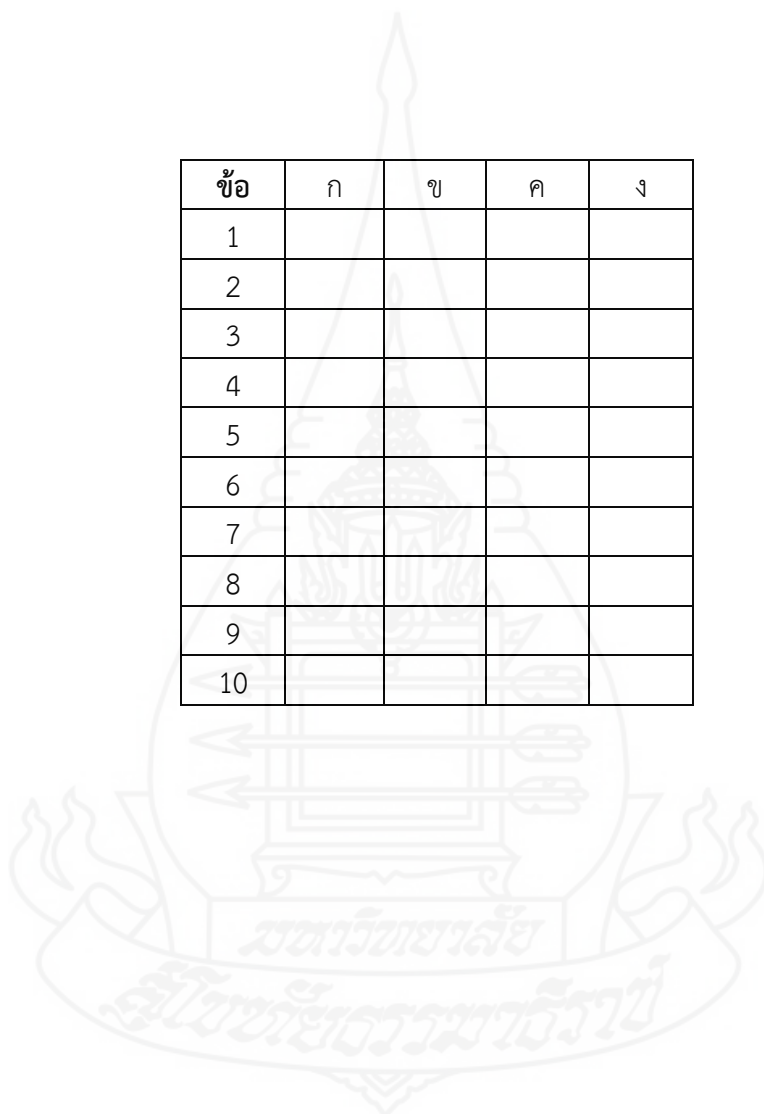
1. Big Bang Theory เป็นทฤษฎีที่อธิบายถึงกำเนิด หรือความเป็นมาของอะไร
 - ก. โลก
 - ข. จักรวาล
 - ค. ระบบสุริยะ
 - ง. โลกและดวงจันทร์
2. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง
 - ก. เนบิวลา คือ แหล่งกำเนิดดวงดาว
 - ข. กาแล็กซีเปรียบเสมือนเมืองแห่งดวงดาว
 - ค. กาแล็กซีทางช้างเผือกเกิดขึ้นเป็นกาแล็กซีแรก
 - ง. เอกภพเกิดจากการระเบิดครั้งใหญ่ที่เรียกว่าบิกแบง
3. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับระบบสุริยะ
 - ก. ระบบสุริยะ คือ ดาราจักร
 - ข. ระบบสุริยะ คือ ดวงจันทร์ที่เป็นบริวารของดาวฤกษ์
 - ค. ระบบสุริยะ คือ กลุ่มดาวที่มองเห็นด้วยตาเปล่าเมื่อยืนอยู่บนโลก
 - ง. ระบบสุริยะ คือ กลุ่มดาวที่หมุนอยู่ในวงโคจรภายใต้แรงดึงดูดของดวงอาทิตย์
4. เนบิวลามีความหมายตรงกับข้อใด
 - ก. ทางช้างเผือก
 - ข. เมืองแห่งดวงดาว
 - ค. ดาวฤกษ์ที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม
 - ง. กลุ่มแก๊สขนาดใหญ่ที่ประกอบด้วยแก๊สไฮโดรเจนเป็นส่วนใหญ่
5. ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด
 - ก. มีการค้นพบสิ่งมีชีวิตบนดวงจันทร์
 - ข. มีการค้นพบสิ่งมีชีวิตบนดาวอังคาร
 - ค. มีการค้นพบสิ่งมีชีวิตบนดาวเคราะห์น้อยเซเรส
 - ง. ปัจจุบันมีข้อมูลเพียงว่าโลกเท่านั้นที่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่

6. ระบบสุริยะจักรวาล ประกอบด้วย
- ดวงอาทิตย์ ดาวฤกษ์ ดาวเคราะห์ ดาวหาง อุกกาบาต
 - ดวงอาทิตย์ กาแล็กซี ดาวเคราะห์ ดาวหาง อุกกาบาต
 - ดวงจันทร์ ดาวฤกษ์ ดาวเคราะห์ ดาวหาง อุกกาบาต
 - ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ ดาวเคราะห์ ดาวหาง อุกกาบาต
7. การเกิดของระบบสุริยะจากเนบิวลามวลสารส่วนมากจะกลายเป็นสิ่งใด
- โลก
 - ดวงอาทิตย์
 - ดาวเคราะห์
 - ดาวเคราะห์น้อย
8. ข้อใดเรียงลำดับขนาดของดาวเคราะห์จากขนาดใหญ่ไปหาขนาดเล็กได้ถูกต้อง
- ดาวยูเรนัส ดาวเนปจูน โลก ดาวศุกร์
 - ดาวเนปจูน ดาวยูเรนัส โลก ดาวศุกร์
 - ดาวศุกร์ โลก ดาวเนปจูน ดาวยูเรนัส
 - ดาวเนปจูน ดาวยูเรนัส ดาวศุกร์ โลก
9. ข้อใดเกี่ยวข้องกับการกำเนิดระบบสุริยะ
- ดาวหาง
 - แก๊สไฮโดรเจน
 - แก๊สไนโตรเจน
 - แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
10. ข้อใดต่อไปนี้เป็นลักษณะที่สำคัญของดาวเคราะห์
- ดาวเคราะห์มีแสงสว่างในตัวเอง
 - ดาวเคราะห์มีแสงกระพริบในตัวเอง
 - ดาวเคราะห์มีการเคลื่อนที่ไม่อยู่ในตำแหน่งเดิม
 - ดาวเคราะห์มีการเกาะกลุ่มกันอยู่ในตำแหน่งเดิม

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ

คะแนนที่ได้

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				



แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ดาราศาสตร์และอวกาศ
 เรื่อง ระบบสุริยะ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 เวลาเรียน 2 ชั่วโมง
 ปีการศึกษา 2559

สาระที่ 7: ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 7.1

เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะ หาคำรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว 1/3.ม 7.1

สืบค้นและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์และดาวเคราะห์ อื่น ๆ และผลที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบนโลก

สาระสำคัญ

ระบบสุริยะ ประกอบด้วยดวงอาทิตย์และบริวาร ซึ่งเป็นเพียงจุดเล็กๆ จุดหนึ่งในกาแล็กซีทางช้างเผือก มีลักษณะคล้ายไข่ดาวหรือฉาบ เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 ปีแสง

จุดประสงค์การเรียนรู้

อธิบายส่วนประกอบของระบบสุริยะที่มีผลต่อสิ่งแวดล้อมได้

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับส่วนประกอบของระบบสุริยะได้
2. อธิบายส่วนประกอบของระบบสุริยะได้ถูกต้อง
3. อธิบายความสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตที่อยู่บนโลก

ได้ถูกต้อง

เนื้อหาสาระ

1. กำเนิดระบบสุริยะ
2. วัตถุในระบบสุริยะ

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. แจกสาระสำคัญของเนื้อเรื่อง จุดประสงค์การเรียนรู้
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

3. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม โดยคณะกรรมการ (เก่ง ปานกลาง อ่อน) ครูชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจในการแบ่งกลุ่ม

4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษา เรื่องระบบสุริยะ จากหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปราย เรื่อง ระบบสุริยะ

6. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเรื่อง ระบบสุริยะ ได้ว่า ระบบสุริยะ เป็นส่วนหนึ่งของกาแลกซีทางช้างเผือก มีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลาง โดยมีดาวเคราะห์ 8 ดวง ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง และอุกกาบาต ซึ่งต่างก็โคจรรอบดวงอาทิตย์ นอกจากนี้ดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นบริวารของดาวเคราะห์ทั้งหลาย

7. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัย

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่องระบบสุริยะ
2. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์
3. แบบทดสอบประเมินก่อนเรียนและหลังเรียน
4. แบบฝึกหัด

กิจกรรมเสนอแนะ/กิจกรรมเสริมประสบการณ์/กิจกรรมเสริมประสบการณ์

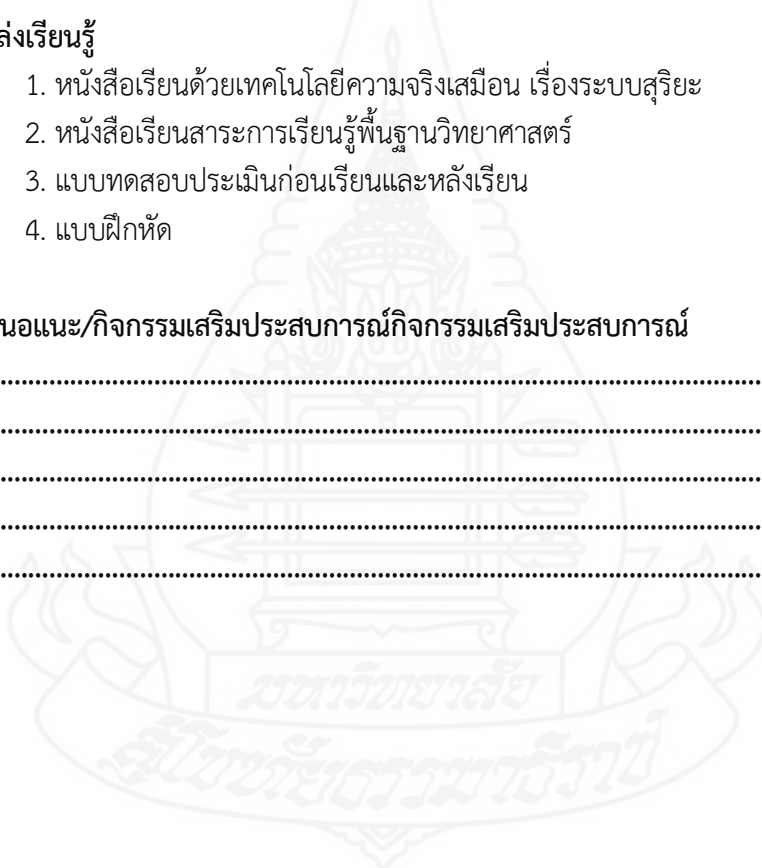
.....

.....

.....

.....

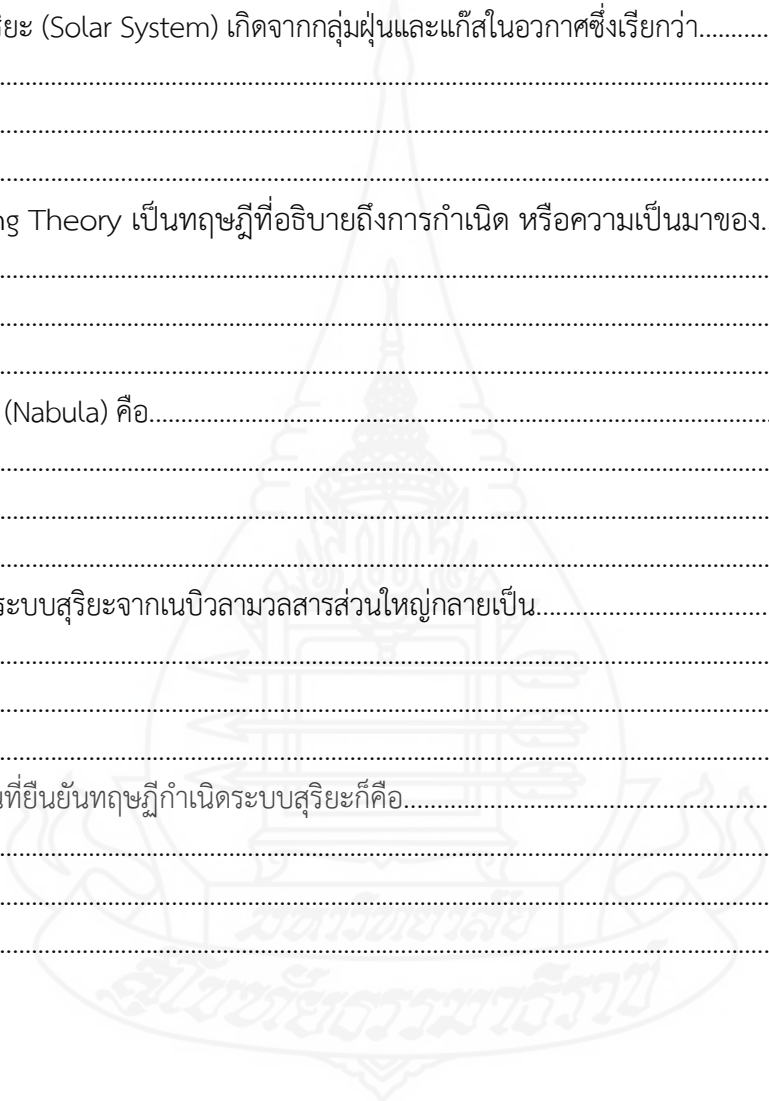
.....



แบบฝึกหัดที่ 1
กำเนิดระบบสุริยะ

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (5 คะแนน)

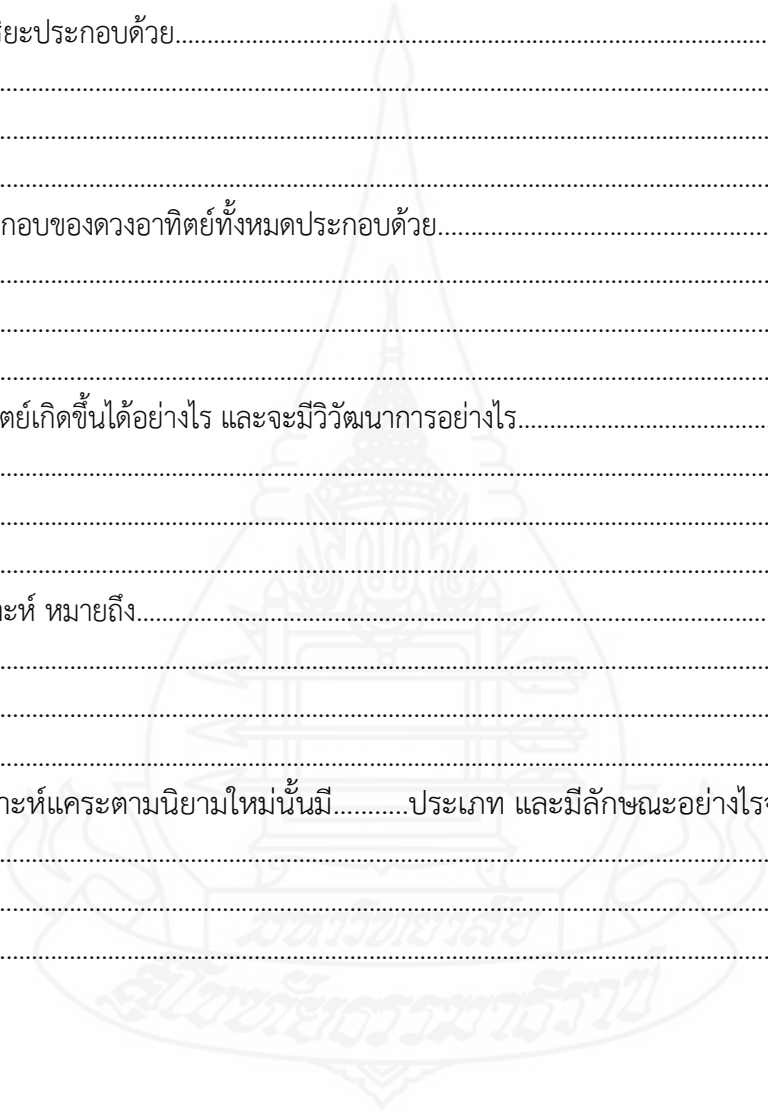
1. ระบบสุริยะ (Solar System) เกิดจากกลุ่มฝุ่นและแก๊สในอวกาศซึ่งเรียกว่า.....
.....
.....
2. Big Bang Theory เป็นทฤษฎีที่อธิบายถึงการกำเนิด หรือความเป็นมาของ.....
.....
.....
3. เนบิวลา (Nabula) คือ.....
.....
.....
4. การเกิดระบบสุริยะจากเนบิวลามวลสารส่วนใหญ่กลายเป็น.....
.....
.....
5. หลักฐานที่ยืนยันทฤษฎีกำเนิดระบบสุริยะก็คือ.....
.....
.....



แบบฝึกหัดที่ 2
องค์ประกอบในระบบสุริยะ

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (5 คะแนน)

1. ระบบสุริยะประกอบด้วย.....
.....
.....
2. องค์ประกอบของดวงอาทิตย์ทั้งหมดประกอบด้วย.....
.....
.....
3. ดวงอาทิตย์เกิดขึ้นได้อย่างไร และจะมีวิวัฒนาการอย่างไร.....
.....
.....
4. ดาวเคราะห์ หมายถึง.....
.....
.....
5. ดาวเคราะห์แคระตามนิยามใหม่นั้นมี.....ประเภท และมีลักษณะอย่างไรจงอธิบาย.....
.....
.....



แบบฝึกหัดที่ 3

ดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (10 คะแนน)

1. ดาวเคราะห์ในระบบสุริยะมี.....ดวง คือ.....
.....
.....
ตามลำดับจากใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุดถึงไกลดวงอาทิตย์มากที่สุด
2. ดาวเคราะห์ดวงใดเป็นดาวเคราะห์ที่ได้ชื่อว่าเป็น “ฝาแฝด” กับโลก เพราะเหตุใด.....
.....
.....
3. ดาวเคราะห์ดวงใดเป็นดาวเคราะห์ที่ได้ชื่อว่า “เตาไฟแช่แข็ง” เพราะเหตุใด.....
.....
.....
4. ดาวเคราะห์หินมี.....ดวง คือ.....
.....
.....
5. ดาวเคราะห์แก๊สมี.....ดวง คือ.....
.....
.....
6. ดาวเคราะห์วงใน คือ.....
ได้แก่.....
.....
7. ดาวเคราะห์วงนอก คือ.....
ได้แก่.....
.....
8. ดาวเคราะห์ดวงใดบ้างที่มีดวงจันทร์เป็นบริวาร.....
.....
.....

9. ดาวประจำเมือง ดาวประกายพริก เป็นอีกชื่อดาวดาวศุกร์ ซึ่งมีที่มาอย่างไร.....

10. เพราะเหตุใดดาวพฤหัสบดีมีรูปร่างเป็นทรงกลมแบนมีชั้นบรรยากาศที่แปรปรวนและมีพายุอยู่ตลอดเวลา.....

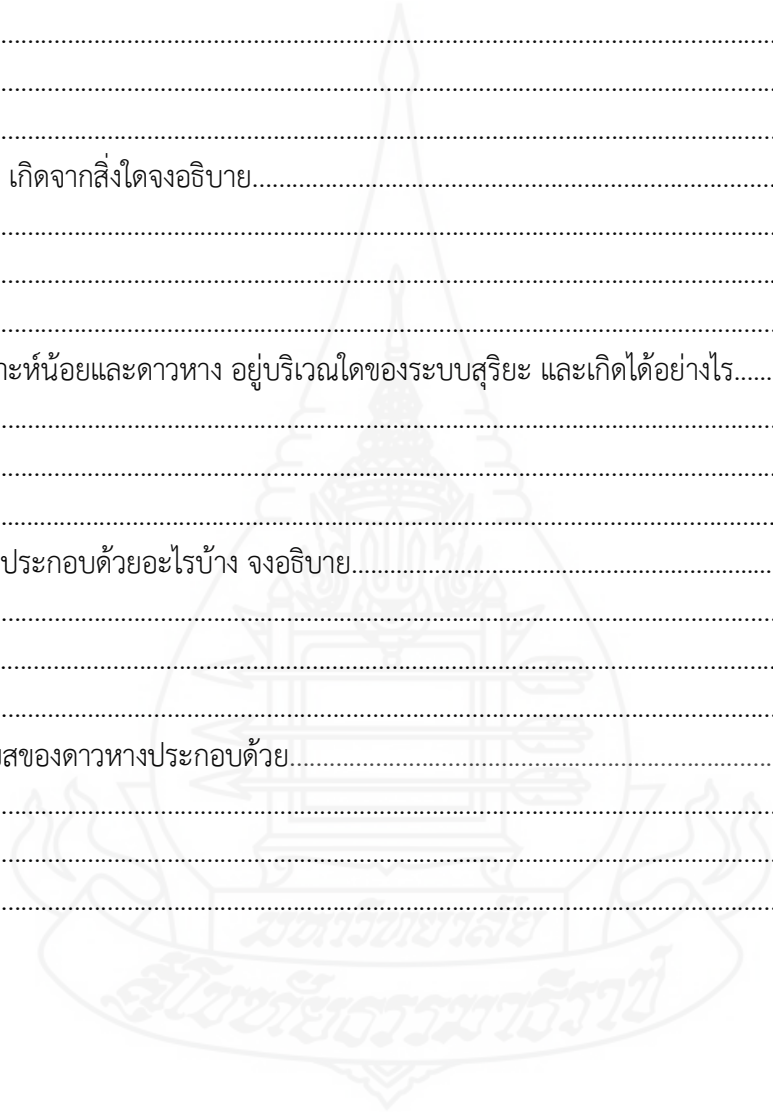


แบบฝึกหัดที่ 4

ดาวเคราะห์น้อยและดาวหาง

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (5 คะแนน)

1. ดาวเคราะห์น้อยเกิดจากสิ่งใดจงอธิบาย.....
.....
.....
2. ดาวหาง เกิดจากสิ่งใดจงอธิบาย.....
.....
.....
3. ดาวเคราะห์น้อยและดาวหาง อยู่บริเวณใดของระบบสุริยะ และเกิดได้อย่างไร.....
.....
.....
4. ดาวหางประกอบด้วยอะไรบ้าง จงอธิบาย.....
.....
.....
5. นิวเคลียสของดาวหางประกอบด้วย.....
.....
.....

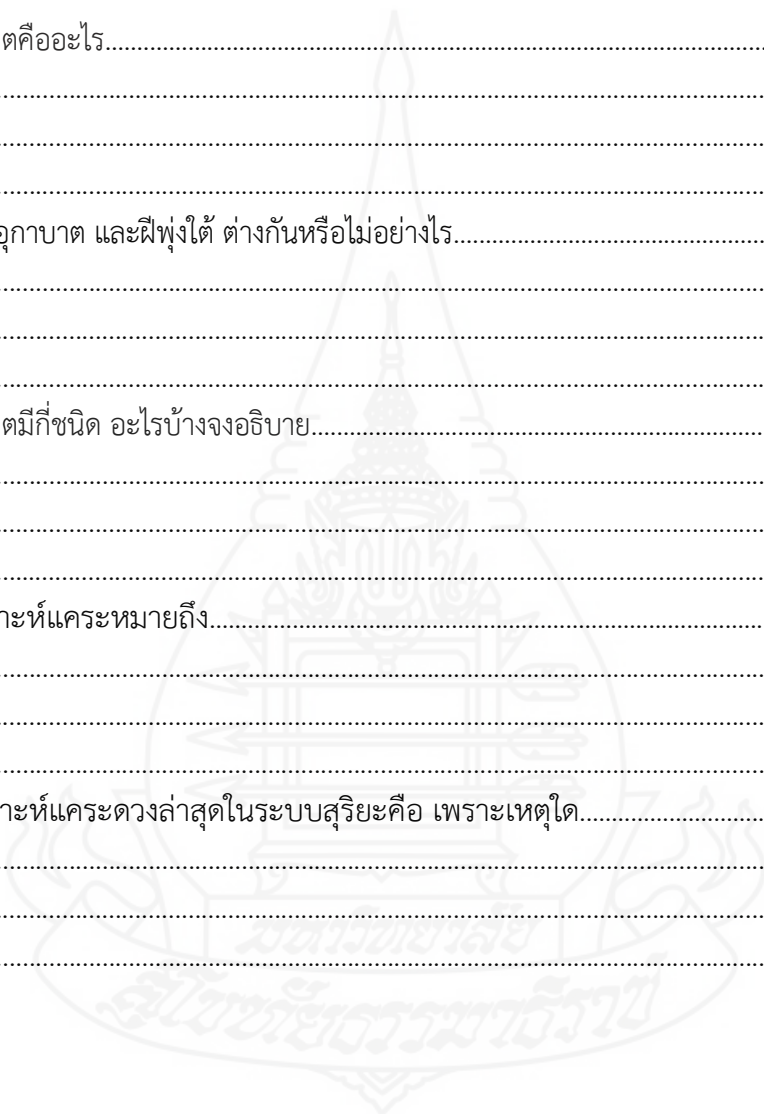


แบบฝึกหัดที่ 5

อุกกาบาตและดาวเคราะห์แคระ

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (5 คะแนน)

1. อุกกาบาตคืออะไร.....
.....
.....
2. ดาวตก อุกกาบาต และผีพุ่งไต้ ต่างกันหรือไม่อย่างไร.....
.....
.....
3. อุกกาบาตมีกี่ชนิด อะไรบ้างจงอธิบาย.....
.....
.....
4. ดาวเคราะห์แคระหมายถึง.....
.....
.....
5. ดาวเคราะห์แคระดวงล่าสุดในระบบสุริยะคือ เพราะเหตุใด.....
.....
.....





เฉลยแบบฝึกหัด

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 1

กำเนิดระบบสุริยะ

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (5 คะแนน)

1. ระบบสุริยะ (Solar System) เกิดจากกลุ่มฝุ่นและแก๊สในอวกาศซึ่งเรียกว่า.....“โซลาร์เนบิวลา”(Solar Nebula) รวมตัวกันเมื่อประมาณ 4,600 ล้านปีมาแล้ว เมื่อสสารมากขึ้นแรงโน้มถ่วง ระหว่างมวลสารมากขึ้นตามไปด้วยกลุ่มฝุ่นและแก๊สยุบตัวหมุนเป็นรูปจานตามหลักอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงมุม แรงโน้มถ่วงที่เพิ่มขึ้นสร้างแรงกดดันที่ใจกลางจนอุณหภูมิสูงถึง 15 ล้านเคลวิน จุดปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชันหลอมรวมอะตอมของไฮโดรเจนให้เป็นฮีเลียม.....
2. Big Bang Theory เป็นทฤษฎีที่อธิบายถึงการกำเนิด หรือความเป็นมาของ.....คือ ทฤษฎีหนึ่งที่อธิบายกำเนิดของเอกภพ โดยการระเบิดและหลังจากนั้นเอกภพก็เริ่มขยายตัวออก อนุภาคมูลฐานอะตอมโมเลกุล ต่าง ๆ ค่อย ๆ เกิดขึ้นหลังจากนั้น ทฤษฎีนี้เป็นที่ยอมรับกันกว้างขวางที่สุดในปัจจุบัน เนื่องจาก สามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ได้ เช่น การขยายตัวของเอกภพ และ การแผ่รังสีพื้นหลังของเอกภพ.....
3. เนบิวลา (Nabula) คือ.....การรวมตัวของแก๊สและฝุ่นในอวกาศ เมื่อมีมวล มวลมีแรงดึงดูดซึ่งกันและกันตามกฎความโน้มถ่วงแห่งเอกภพของนิวตัน แรงดึงดูดแปรผันตามมวล มวลยิ่งมากแรงดึงดูดยิ่งมาก เราเรียกกลุ่มแก๊สและฝุ่นซึ่งรวมตัวกันในอวกาศว่า “เนบิวลา” (Nebula) เนบิวลาเป็นกลุ่มแก๊สที่ขนาดใหญ่หลายปีแสง แต่เนบิวลาที่มีความหนาแน่นต่ำมาก องค์ประกอบหลักของเนบิวลาคือแก๊สไฮโดรเจน เนื่องจากไฮโดรเจนเป็นธาตุที่มีโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งเป็นธาตุตั้งต้นของทุกสรรพสิ่งในจักรวาล.....
4. การเกิดระบบสุริยะจากเนบิวลามวลสารส่วนใหญ่กลายเป็น ดวงอาทิตย์ ซึ่งมีค่าประมาณ 99.9 % ของมวลสารทั้งหมดของระบบสุริยะ เนบิวลาที่อยู่รอบนอกไม่ได้เคลื่อนไปรวมเป็นดวงอาทิตย์ แต่เคลื่อนที่ หมุนวงเป็นแผ่นกลมแบนรอบดวงอาทิตย์และจับกลุ่มกลายเป็นดาวเคราะห์และบริวารอื่นๆของดวงอาทิตย์.....
5. หลักฐานที่ยืนยันทฤษฎีกำเนิดระบบสุริยะก็คือ.....ถ้ามองจากด้านบนของระบบสุริยะ จะสังเกตเห็นว่า ทั้งดวงอาทิตย์ ดาวเคราะห์ และดวงจันทร์บริวารเกือบทุกดวง หมุนรอบตัวเองในทิศทางวนเข็มนาฬิกา และโคจรรอบดวงอาทิตย์ในทิศทางวนเข็มนาฬิกา และหากมองจากด้านข้างของระบบสุริยะ ก็จะสังเกตเห็นว่า ดาวเคราะห์และดวงจันทร์บริวารเกือบทุกดวง มีระนาบวงโคจรใกล้เคียงกับระนาบสุริยะวิถี ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากระบบสุริยะทั้งระบบกำเนิดขึ้นพร้อมๆ กัน จากการยุบรวมและหมุนตัวของจานฝุ่นใน Solar nebula.....

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 2

องค์ประกอบในระบบสุริยะ

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (5 คะแนน)

1. ระบบสุริยะประกอบด้วย.....ดวงอาทิตย์ ดาวเคราะห์ ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง อุกกาบาต และดาวเคราะห์แคระ.....
2. องค์ประกอบของดวงอาทิตย์ทั้งหมดประกอบด้วย.....ดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้โลกมากที่สุด มีองค์ประกอบเป็นไฮโดรเจน 74% ฮีเลียม 25% และธาตุชนิดอื่น 1%.....
3. ดวงอาทิตย์เกิดขึ้นได้อย่างไร และจะมีวิวัฒนาการอย่างไร.....ดวงอาทิตย์เกิดจากการยุบตัวของเนบิวลา ซึ่งการยุบตัวนี้เกิดจากแรงโน้มถ่วงของเนบิวลาเอง เมื่อแก๊สยุบตัวลง ความดันของแก๊สจะสูงขึ้น ผลที่ตามมา คือ อุณหภูมิของแก๊สจะสูงขึ้นที่บริเวณแกนกลางเป็นหลายแสนองศาเซลเซียส เรียกช่วงนี้ว่า “ดาวฤกษ์ก่อนเกิด” เมื่อแรงโน้มถ่วงถึงให้แก๊สยุบตัวลงไปอีก อุณหภูมิสูงขึ้นเป็น 15 ล้านเคลวิน ซึ่งเป็นอุณหภูมิสูงมากพอที่จะเกิดปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ หลอม นิวเคลียสไฮโดรเจนเป็นนิวเคลียสฮีเลียม.....
4. ดาวเคราะห์ หมายถึง.....เทหวัตถุที่ โคจรรอบดวงอาทิตย์ มีมวลมากพอที่จะแรงโน้มถ่วงของดาวสามารถเอาชนะความแข็งของเนื้อดาว ส่งผลให้ดาวอยู่ในสถานะสมดุลไฮโดรสแตติก เช่น ทรงกลมหรือเกือบกลมสามารถกวาดวัตถุในบริเวณข้างเคียงไปได้.....
5. ดาวเคราะห์แคระตามนิยามใหม่นั้นมี.....2.....ประเภท และมีลักษณะอย่างไรจงอธิบาย.....ดาวเคราะห์แคระที่เป็นดาวเคราะห์น้อยขนาดใหญ่ เช่น ซีรีส เวस्ता พัลลาส มีวงโคจรอยู่ในแถบเข็มขัดดาวเคราะห์น้อยระหว่างวงโคจรของดาวอังคารและดาวพฤหัสบดี และดาวเคราะห์แคระที่เป็นวัตถุไคเปอร์ซึ่งถูกเพิ่งค้นพบใหม่มีขนาดใกล้เคียงกับดาวพลูโตและมีวงโคจรถัดจากดาวเนปจูนออกไป.....

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 3

ดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (10 คะแนน)

1. ดาวเคราะห์ในระบบสุริยะมี.....8.....ดวง คือ.....ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส และดาวเนปจูน.....เรียงตามลำดับจากใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุดถึงไกลดวงอาทิตย์มากที่สุด
2. ดาวเคราะห์ดวงใดเป็นดาวเคราะห์ที่ได้ชื่อว่าเป็น “ฝาแฝด” กับโลก เพราะเหตุใด.....ดาวศุกร์ เพราะดาวศุกร์กับโลกนั้นมีขนาดและความหนาแน่นใกล้เคียงกัน และมีโครงสร้างภายในที่คล้ายคลึงกัน.....
3. ดาวเคราะห์ดวงใดบ้างที่มีวงแหวนล้อมรอบ.....ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส และ ดาวเนปจูน.....
4. ดาวเคราะห์หินมี.....4.....ดวง คือ.....ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก และ ดาวอังคาร.....
5. ดาวเคราะห์แก๊สมี.....4.....ดวง คือ.....ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส และ ดาวเนปจูน.....
6. ดาวเคราะห์วงใน คือ.....ดาวเคราะห์ที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากกว่าโลก.....
ได้แก่.....ดาวพุธ และ ดาวศุกร์.....
7. ดาวเคราะห์วงนอก คือ.....เป็นดาวเคราะห์ที่อยู่ถัดจากโลกจากดวงอาทิตย์มากกว่าโลก.....
ได้แก่.....ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส และดาวเนปจูน.....
8. ดาวเคราะห์ดวงใดบ้างที่มีดวงจันทร์เป็นบริวาร..... โลก ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส และดาวเนปจูน.....
9. ดาวประจำเมือง ดาวประกายพรึก เป็นอีกเรียกดาวดาวศุกร์ ซึ่งมีที่มาอย่างไร.....ดาวศุกร์เมื่อปรากฏให้เห็น ตอนเวลาใกล้ค่ำจะเรียกว่า “ดาวประจำเมือง” แต่หากปรากฏให้เห็นเวลาใกล้รุ่งจะเรียกว่า “ดาวประกายพรึก”.....
10. เพราะเหตุใดดาวพฤหัสบดีมีรูปร่างเป็นทรงกลมแป้นมีชั้นบรรยากาศที่แปรปรวนและมีพายุอยู่ตลอดเวลา.....ดาวพฤหัสบดีหมุนรอบตัวเองเร็วมากโดยใช้เวลาในการหมุนรอบตัวเอง 10 ชั่วโมง ทำให้สสารและก๊าซต่างๆ ที่บริเวณเส้นศูนย์สูตรเคลื่อนที่เร็วกว่าบริเวณอื่นๆ เป็นผลให้ดาวพฤหัสบดีมีรูปร่างเป็นทรงกลมแป้นและมีชั้นบรรยากาศที่แปรปรวนและมีพายุอยู่ตลอดเวลา.....

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 4

ดาวเคราะห์น้อยและดาวหาง

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (5 คะแนน)

1. ดาวเคราะห์น้อยเกิดจากสิ่งใดจงอธิบาย.....ดาวเคราะห์น้อยเกิดจากเศษที่เหลือจากการพอกพูนของดาวเคราะห์หิน ถูกแรงรบกวนของดาวพฤหัสบดี ซึ่งมีขนาดใหญ่และเกิดมาก่อน ทำให้มวลสารในบริเวณแถบของดาวเคราะห์น้อยจับตัวกันมีขนาดใหญ่ไม่ได้ จึงปรากฏมีแต่ดาวเคราะห์น้อยขนาดเล็กๆ จำนวนมาก.....
2. ดาวหาง เกิดจากสิ่งใดจงอธิบาย.....ดาว หาง เกิดจากเศษเหลือจากดาวเคราะห์ยักษ์ที่ประกอบด้วยก้อนน้ำแข็งและแก๊สแข็งตัว หลายชนิด รวมทั้งฝุ่นที่ปะปนอยู่ เมื่อก้อนน้ำแข็งนี้เข้าใกล้ดวงอาทิตย์จะได้รับรังสี ทำให้เกิดการระเหิดของวัตถุบางส่วน เกิดการพุ่งกระจายของธูลี และแก๊สออกมาจากนิวเคลียสหรือแกน เป็นส่วนหัวของดาวหางและส่วนหาง.....
3. ดาวเคราะห์น้อยและดาวหาง อยู่บริเวณใดของระบบสุริยะ และเกิดได้อย่างไร.....ดาวเคราะห์น้อย จะโคจรอยู่ระหว่างดาวอังคารกับดาวพฤหัสบดี ในระบบสุริยะ ดาวหางอยู่รอบนอกของระบบสุริยะ.....
4. ดาวหางประกอบด้วยอะไรบ้าง จงอธิบาย.....ดาวหางประกอบด้วยฝุ่นและน้ำแข็งสกปรก เมื่อโคจรเข้าใกล้ดวงอาทิตย์น้ำแข็งจะระเหิดกลายเป็นหางก๊าซและหางฝุ่นให้เราเห็นเป็นหางยาว.....
5. นิวเคลียสของดาวหางประกอบด้วย.....น้ำแข็ง คาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย และมีเทน ซึ่งอยู่ในสภาพเยือกแข็ง ปะปนด้วยกรวด ทราย และฝุ่น.....

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 5

อุกกาบาตและดาวเคราะห์แคระ

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (5 คะแนน)

1. อุกกาบาตคืออะไร.....อุกกาบาต เป็นวัตถุที่ประกอบไปด้วยหินและเหล็ก เป็นวัตถุในอวกาศ ที่ผ่านชั้นบรรยากาศลงมาสู่โลก และตกลงมาตามแรงโน้มถ่วงของโลก ด้วยความเร็วสูงประมาณ 40-70 กิโลเมตร/ วินาที ในขณะที่ตกลงมาจะเสียดสีกับชั้นบรรยากาศโลกจนเกิดความร้อนสูง และเกิดการเผาไหม้ ทำให้ก้อนอุกกาบาตเล็กลง และถูกเผาไหม้จนหมดหากมีขนาดไม่ใหญ่มากนัก แต่ในทางกลับกัน หากก้อนอุกกาบาตมีขนาดใหญ่ ก็จะทำให้พลาสมาที่มันจะกระทบกับพื้นโลก ทำให้เกิดหลุมขนาดต่างๆ.....
2. อุกาบาตร ดาวตก และผีพุ่งไต้ ต่างกันหรือไม่อย่างไร.....สะเก็ดดาวที่ทำให้เกิดแสงนั้นเผาไหม้ในชั้นบรรยากาศไม่หมดและเหลือบางส่วนตกลงมาถึงพื้นโลก วัตถุนั้นก็จะเรียกว่า อุกกาบาต ส่วน ดาวตกหรือ ผีพุ่งไต้ สิ่งที่ปรากฏเป็นแสงวาบพุ่งไปบนท้องฟ้า.....
3. อุกกาบาตมีกี่ชนิด อะไรบ้างจงอธิบาย.....อุกกาบาต แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ อุกกาบาตที่เป็นหินล้วนอุกกาบาตที่เป็นโลหะล้วน และอุกกาบาตที่เป็นหินผสมโลหะ.....
4. ดาวเคราะห์แคระหมายถึง เทห์วัตถุที่มีสมบัติดังต่อไปนี้ คือ โคจรรอบดวงอาทิตย์ มีมวลมากพอที่จะแรงโน้มถ่วงของดาวสามารถเอาชนะความแข็งของเนื้อดาวส่งผลให้ดาวอยู่ในสภาวะสมดุลไฮโดรสแตติก เช่น ทรงกลม หรือเกือบกลม ไม่สามารถกวาดวัตถุในบริเวณข้างเคียงไปได้ และ ไม่ใช่ดวงจันทร์บริวารของดาวเคราะห์.....
5. ดาวเคราะห์แคระดวงล่าสุดในระบบสุริยะคือ เพราะเหตุใด.....ดาวพลูโต เนื่องจากมีวงโคจรเป็นรูปวงรีบางส่วนทับซ้อนวงโคจรของดาวเนปจูน.....

แบบทดสอบหลังเรียน
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ

คำชี้แจง แบบทดสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวม 10 คะแนน

คำสั่ง จงเขียนเครื่องหมายกากบาท () ในช่องตัวอักษร ก ข ค ง ที่ถูกที่สุดลงในกระดาษคำตอบ

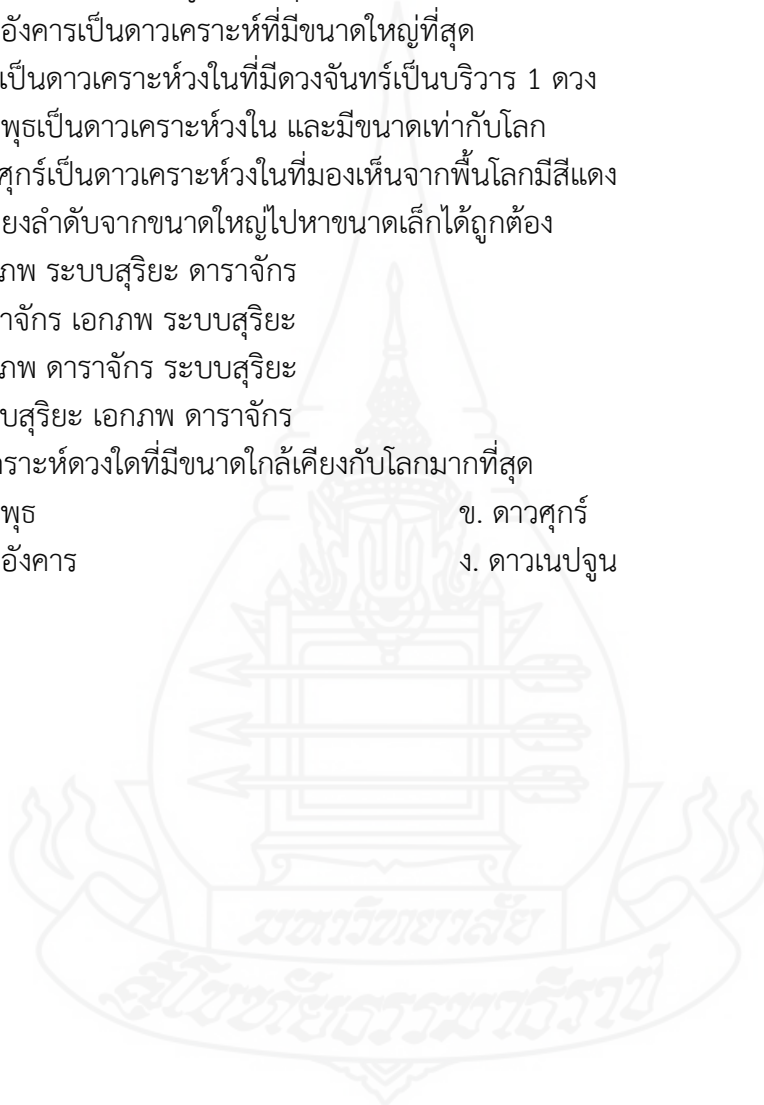
1. ถ้าในกาแล็กซีไม่มีกลุ่มแก๊สต่างๆ และฝุ่นธุลีเหตุการณ์ไอน่าจะเกิดขึ้นได้มากที่สุด
 - ก. เนบิวลาไม่สามารถเกิดขึ้นได้
 - ข. มีดาวฤกษ์เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก
 - ค. มีเฉพาะเนบิวลามืดเกิดขึ้นเท่านั้น
 - ง. มีเฉพาะเนบิวลาสว่างเกิดขึ้นเท่านั้น
2. ข้อใดอธิบายเกี่ยวกับเนบิวลามืดได้ถูกต้องที่สุด
 - ก. เป็นกลุ่มแก๊สและฝุ่นธุลีซึ่งเกิดการยุบตัวแล้วที่สะท้อนแสงสว่างจากดาวฤกษ์
 - ข. เป็นกลุ่มแก๊สและฝุ่นธุลีซึ่งเกิดการยุบตัวแล้วที่ดูดกลืนแสงสว่างจากดาวฤกษ์
 - ค. เป็นกลุ่มแก๊สและฝุ่นธุลีที่ยังไม่เกิดการยุบตัวที่สะท้อนแสงสว่างจากดาวฤกษ์
 - ง. เป็นกลุ่มแก๊สและฝุ่นธุลีที่ยังไม่เกิดการยุบตัวที่ดูดกลืนแสงสว่างจากดาวฤกษ์
3. เหตุใดดาวเคราะห์ทั้ง 8 ดวงจึงต้องโคจรรอบดวงอาทิตย์
 - ก. เพราะดวงอาทิตย์มีแรงโน้มถ่วงมาก
 - ข. เพราะดวงอาทิตย์มีขนาดใหญ่กว่ามาก
 - ค. เพราะดวงอาทิตย์มีแสงสว่างในตัวเอง
 - ง. เพราะดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ
4. ดาวเคราะห์ชั้นใน ได้แก่ข้อใด

ก. โลกกับดาวอังคาร	ข. ดาวศุกร์กับโลก
ค. ดาวพุธกับดาวศุกร์	ง. ถูกทุกข้อ
5. ระบบสุริยะอยู่ในดาราจักรทางช้างเผือก ซึ่งจัดว่ามีรูปร่างลักษณะอย่างไร

ก. ดาราจักรรูปร่างรี	ข. ดาราจักรรูปก้นหอย
ค. ดาราจักรรูปก้นหอยมีคาน	ง. มีรูปร่างไม่แน่นอน
6. ปฏิกริยาในข้อใดเกี่ยวข้องกับดวงอาทิตย์

ก. ปฏิกริยาออโรรา	ข. ปฏิกริยาซูเปอร์โนวา
ค. ปฏิกริยานิวเคลียร์ฟิวชัน	ง. ปฏิกริยานิวเคลียร์ฟิชชัน

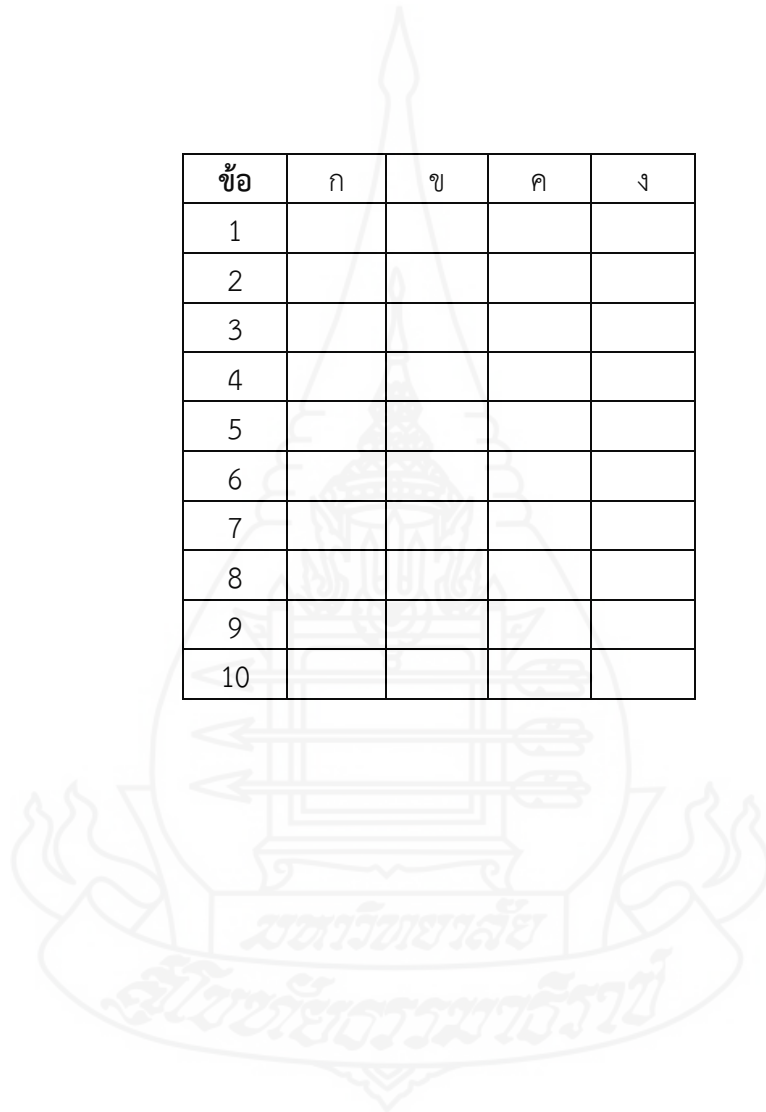
7. ข้อใดกล่าวผิด
- ก. ดาวตกเป็นสะเก็ดของดาวหาง
 - ข. ดาวหางไม่มีแสงสว่างในตัวเองเช่นเดียวกับดาวฤกษ์
 - ค. มวลของดาวหางบางส่วนจะหายไปทุกรอบของการโคจร
 - ง. คนบนโลกจะสังเกตเห็นดาวหางเมื่อดาวหางอยู่ใกล้โลก
8. ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้องที่สุด
- ก. ดาวอังคารเป็นดาวเคราะห์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุด
 - ข. โลกเป็นดาวเคราะห์วงในที่มีดวงจันทร์เป็นบริวาร 1 ดวง
 - ค. ดาวพุธเป็นดาวเคราะห์วงใน และมีขนาดเท่ากับโลก
 - ง. ดาวศุกร์เป็นดาวเคราะห์วงในที่มองเห็นจากพื้นโลกมีสีแดง
9. ข้อใดเรียงลำดับจากขนาดใหญ่ไปหาขนาดเล็กได้ถูกต้อง
- ก. เอกภพ ระบบสุริยะ ดาราจักร
 - ข. ดาราจักร เอกภพ ระบบสุริยะ
 - ค. เอกภพ ดาราจักร ระบบสุริยะ
 - ง. ระบบสุริยะ เอกภพ ดาราจักร
10. ดาวเคราะห์ดวงใดที่มีขนาดใกล้เคียงกับโลกมากที่สุด
- ก. ดาวพุธ
 - ข. ดาวศุกร์
 - ค. ดาวอังคาร
 - ง. ดาวเนปจูน



กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ

คะแนนที่ได้

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				



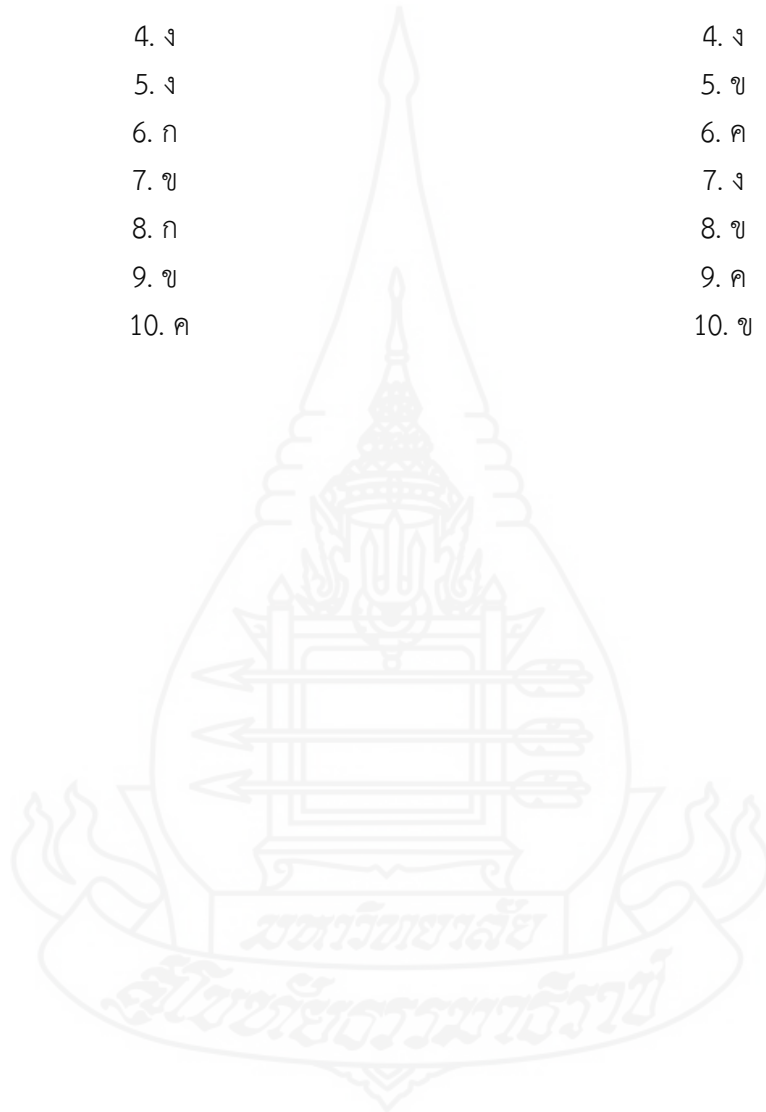
เฉลยแบบทดสอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน

1. ข
2. ค
3. ง
4. ง
5. ง
6. ก
7. ข
8. ก
9. ข
10. ค

แบบทดสอบหลังเรียน

1. ก
2. ง
3. ก
4. ง
5. ข
6. ค
7. ง
8. ข
9. ค
10. ข





ภาคที่ 4

รายละเอียดของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

การพัฒนาหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ (1) ส่วนนำ (2) แนะนำวิธีการเรียน (3) แบบทดสอบก่อนเรียน (4) เนื้อหาและแบบฝึกหัด (5) แบบทดสอบหลังเรียน และ(6) เกี่ยวกับผู้สอน ซึ่งผลการพัฒนาหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน แสดง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ส่วนนำของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน




ภาพที่ 5.12 หน้าปกหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

2. แนะนำวิธีการเรียน

คู่มือการใช้หนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เรื่อง ระบบสุริยะ
(Solar System)
วิธีใช้งาน โปรแกรม Aurasma

- แอปพลิเคชันออร์สมา** สามารถใช้กับอุปกรณ์ประเภทสมาร์ตโฟน หรือ จอรับสัญญาณคอมพิวเตอร์พกพาต่างๆ ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ ไอโอเอส และแอนดรอยด์
- ทำการดาวน์โหลดและติดตั้งแอปพลิเคชันออร์สมา**
 - ระบบปฏิบัติการ iOS: ดาวโหลดแอปพลิเคชันได้ที่ App store

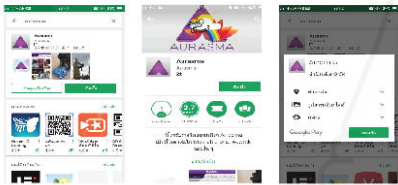


แอปพลิเคชัน App store

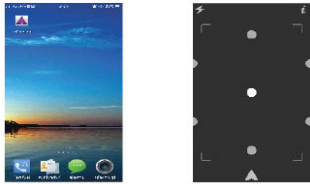
- ระบบปฏิบัติการ Android: ดาวโหลดแอปพลิเคชันได้ที่ Play store



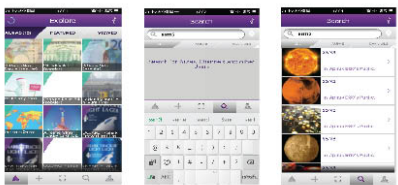
แอปพลิเคชัน Play store



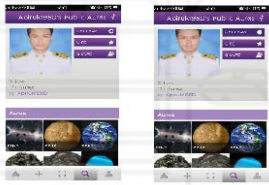
- เข้าแอปพลิเคชัน Aurasma** แล้วแตะที่สัญลักษณ์ของโปรแกรม Aurasma ด้านล่าง




- เลือกเมนูขยายเพื่อค้นหาคำว่า SSMS** หลังจากนั้นแตะที่รูปที่ต้องการ



- เลือกที่ Follow** ให้มีเขียนเป็น Following



- เลือกสี่เหลี่ยมด้านล่าง** หลังจากนั้นถ้านำไปส่งกับภาพ ก็จะมีข้อมูลออกมาแสดงให้ชม



ภาพที่ 5.13 คู่มือการใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

3. แบบทดสอบก่อนเรียน

แบบทดสอบก่อนเรียน

เรื่องระบบสุริยะ

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- | | |
|--|--|
| <p>1. Big Bang Theory เป็นทฤษฎีที่อธิบายถึงกำเนิดหรือความเป็นมาของอะไร</p> <p>ก. โลก</p> <p>ข. จักรวาล</p> <p>ค. ระบบสุริยะ</p> <p>ง. โลกและดวงจันทร์</p> <p>2. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง</p> <p>ก. เนบิวลา คือ แหล่งกำเนิดดวงดาว</p> <p>ข. กาแล็กซีเปรียบเสมือนเมืองแห่งดวงดาว</p> <p>ค. กาแล็กซีทางช้างเผือกเกิดขึ้นเป็นกาแล็กซีแรก</p> <p>ง. เอกภพเกิดจากการระเบิดครั้งใหญ่ที่เรียกว่าบิกแบง</p> <p>3. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับระบบสุริยะ</p> <p>ก. ระบบสุริยะ คือ ดาราจักร</p> <p>ข. ระบบสุริยะ คือ ดวงจันทร์ที่เป็นบริวารของดาวฤกษ์</p> <p>ค. ระบบสุริยะ คือ กลุ่มดาวที่มองเห็นด้วยตาเปล่าเมื่อยืนอยู่บนโลก</p> <p>ง. ระบบสุริยะ คือ กลุ่มดาวที่หมุนอยู่ในวงโคจรภายใต้แรงดึงดูดของดวงอาทิตย์</p> <p>4. เนบิวลาที่มีความหมายตรงกับข้อใด</p> <p>ก. ทางช้างเผือก</p> <p>ข. เมืองแห่งดวงดาว</p> <p>ค. ดาวฤกษ์ที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม</p> <p>ง. กลุ่มแก๊สขนาดใหญ่ที่ประกอบด้วยแก๊สไฮโดรเจนเป็นส่วนใหญ่</p> <p>5. ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด</p> <p>ก. มีการค้นพบสิ่งมีชีวิตบนดวงจันทร์</p> <p>ข. มีการค้นพบสิ่งมีชีวิตบนดาวอังคาร</p> <p>ค. มีการค้นพบสิ่งมีชีวิตบนดาวเคราะห์น้อยเซเรส</p> <p>ง. ปัจจุบันมีข้อมูลเพียงว่าโลกเท่านั้นที่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่</p> | <p>6. ระบบสุริยะจักรวาล ประกอบด้วย</p> <p>ก. ดวงอาทิตย์ ดาวฤกษ์ ดาวเคราะห์ ดาวหาง อุกกาบาต</p> <p>ข. ดวงอาทิตย์ กาแล็กซี ดาวเคราะห์ ดาวหาง อุกกาบาต</p> <p>ค. ดวงจันทร์ ดาวฤกษ์ ดาวเคราะห์ ดาวหาง อุกกาบาต</p> <p>ง. ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ ดาวเคราะห์ ดาวหาง อุกกาบาต</p> <p>7. การเกิดของระบบสุริยะจากเนบิวลามวลสารส่วนมากจะกลายเป็นสิ่งใด</p> <p>ก. โลก</p> <p>ข. ดวงอาทิตย์</p> <p>ค. ดาวเคราะห์</p> <p>ง. ดาวเคราะห์น้อย</p> <p>8. ข้อใดเรียงลำดับขนาดของดาวเคราะห์จากขนาดใหญ่ไปหาขนาดเล็กได้ถูกต้อง</p> <p>ก. ดาวยูเรนัส ดาวเนปจูน โลก ดาวศุกร์</p> <p>ข. ดาวเนปจูน ดาวยูเรนัส โลก ดาวศุกร์</p> <p>ค. ดาวศุกร์ โลก ดาวเนปจูน ดาวยูเรนัส</p> <p>ง. ดาวเนปจูน ดาวยูเรนัส ดาวศุกร์ โลก</p> <p>9. ข้อใดเกี่ยวข้องกับการกำเนิดระบบสุริยะ</p> <p>ก. ดาวหาง</p> <p>ข. แก๊สไฮโดรเจน</p> <p>ค. แก๊สไนโตรเจน</p> <p>ง. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์</p> <p>10. ข้อใดต่อไปนี้เป็นลักษณะที่สำคัญของดาวเคราะห์</p> <p>ก. ดาวเคราะห์มีแสงสว่างในตัวเอง</p> <p>ข. ดาวเคราะห์มีแสงกระพริบในตัวเอง</p> <p>ค. ดาวเคราะห์มีการเคลื่อนที่ไม่อยู่ในตำแหน่งเดิม</p> <p>ง. ดาวเคราะห์มีการเกาะกลุ่มกันอยู่ในตำแหน่งเดิม</p> |
|--|--|

จ

ภาพที่ 5.14 แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่องระบบสุริยะ

4. เนื้อหา

ส่วนของเนื้อหาประกอบด้วยหน้าหลัก ดังนี้



ภาพที่ 1 กำเนิดระบบสุริยะ
ที่มา : Photo bank ATC

วัตถุรอบๆ ดวงอาทิตย์ (Planetesimal) ยังคงหมุนวนและโคจรรอบดวงอาทิตย์ด้วยโมเมนตัมที่มีอยู่เดิมมวลสารในวง โคจรแต่ละชั้นรวมตัวกันเป็นดาวเคราะห์หรือหินหลอมจากแรงโน้มถ่วงทำให้วัตถุที่อยู่รอบๆ พุ่งเข้าหาดาวเคราะห์ จากทุกทิศทางถ้าทิศทางของการเคลื่อนที่มีมุมเล็กก็จะพุ่งชนดาวเคราะห์ทำให้ดาวเคราะห์นั้นมีขนาดใหญ่และมีมวลเพิ่มขึ้นแต่ถ้ามุมของการพุ่งชนหันไปก็อาจจะทำให้แอลบเข้าสู่โคจรและเกิดการรวมตัวกลายเป็นวงจันทร์บริวาร ดังจะเห็นว่าดาวเคราะห์ขนาดใหญ่ เช่น ดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์มีดวงจันทร์บริวารหลายดวง เนื่องจากเป็นดาวเคราะห์ขนาดใหญ่ มีมวลมากจึงมีแรงโน้มถ่วงมาก ต่างกับดาวพุธซึ่งเป็นดาวเคราะห์ขนาดเล็กมีมวลน้อยจึงมีแรงโน้มถ่วงน้อยจึงไม่มีดวงจันทร์ บริวารเลย ส่วนดาวเคราะห์น้อยและดาวหางนั้นมีรูปร่างเหมือนลูกกบฏ เพราะเป็นดาวขนาดเล็กมีมวลน้อย แรงโน้มถ่วง จึงไม่สามารถเอาชนะแรงยึดเหนี่ยวระหว่างสสารที่อยู่รวมเป็นทรงกลมได้

ภาพที่ 5.15 กำเนิดระบบสุริยะ

แบบฝึกหัดที่ 1
กำเนิดระบบสุริยะ

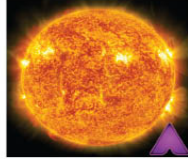
คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (5 คะแนน)

1. ระบบสุริยะ (Solar System) เกิดจากกลุ่มฝุ่นและแก๊สในอวกาศซึ่งเรียกว่า.....
2. Big Bang Theory เป็นทฤษฎีที่อธิบายถึงการกำเนิด หรือความเป็นมาของ.....
3. เนบิวลา (Nebula) คือ.....
4. การเกิดระบบสุริยะจากเนบิวลามวลสารส่วนใหญ่กลายเป็น.....
5. หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีกำเนิดระบบสุริยะก็คือ.....

ภาพที่ 5.16 แบบฝึกหัดที่ 1 กำเนิดระบบสุริยะ

องค์ประกอบในระบบสุริยะ

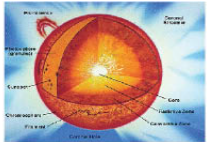
ระบบสุริยะ (Solar System) ประกอบด้วยดวงอาทิตย์และวัตถุอื่น ๆ ที่โคจรรอบดวงอาทิตย์ เนื่องจากแรงโน้มถ่วงได้แก่ ดาวเคราะห์ 8 ดวงกับดวงจันทร์บริวารที่ค้นพบแล้ว 166 ดวง ดาวเคราะห์แคระ 5 ดวงกับดวงจันทร์บริวารที่ค้นพบแล้ว 4 ดวง กับวัตถุขนาดเล็กอื่น ๆ อีกนับล้านชิ้น ซึ่งรวมถึง ดาวเคราะห์น้อย วัตถุในแถบไคเปอร์ ดาวหาง สະเกิดดาว และฝุ่นระหว่างดาวเคราะห์



2.1 ดวงอาทิตย์ (Sun)
ดวงอาทิตย์ เป็นดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้โลกของเรามากที่สุด อยู่ห่างประมาณ 150 ล้านกิโลเมตรหลังจากกลางวัน และแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ก็ส่องถึงชีวิตบนโลก พืชสีเขียวที่เป็นแหล่งอาหารพื้นฐานของโลกใช้แสงอาทิตย์ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis) ความสัมพันธ์ระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ทำให้เกิดฤดูกาลและเส้นศูนย์สูตรระหว่างขั้วของดาวเคราะห์
ดวงอาทิตย์มีมวลมหาศาลเมื่อเทียบกับโลก (มากกว่าโลกถึง 333,400 เท่า) อิทธิพลของแรงโน้มถ่วงทำให้แกนกลาง (Core) ของดวงอาทิตย์มีความดันและ อุณหภูมิสูงมาก (มีความดันสูงเป็นพันเท่าของความดันบรรยากาศโลกและมีความหนาแน่นประมาณ 160 เท่าของความหนาแน่นของน้ำ) อุณหภูมิที่แกนกลางของดวงอาทิตย์สูงถึง 16 ล้านเคลวิน สูงพอสำหรับการเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน (Nuclear Fusion) ซึ่งหลอมไฮโดรเจนให้กลายเป็นฮีเลียม และปลดปล่อยพลังงานออกมาอย่างมหาศาล พลังงานที่ดวงอาทิตย์ปลดปล่อยออกมาในแต่ละวินาทีสูงถึง 383,000 ล้านล้านล้านกิโลวัตต์

ภาพที่ 2 ดวงอาทิตย์
ที่มา : <https://www.nasa.gov/content/320629main>

โครงสร้างภายในของดวงอาทิตย์
ดวงอาทิตย์มีชั้นจากแกนกลางออกมาคือ โซนการแผ่รังสี (Radiative Zone) และโซนการพาหึ่งสี (Convective Zone) ตามลำดับซึ่งอุณหภูมิจะค่อยๆลดลงจาก 8 ล้านเคลวิน เป็น 7,000 เคลวิน โฟตอนที่เกิดในแกนกลางของดวงอาทิตย์จะใช้เวลานานถึง 200,000 ปี ในการเดินทางผ่านโซนทั้งสองออกมาสู่พื้นผิวของดวงอาทิตย์ที่เรียกว่า ชั้น โฟโตสเฟียร์ (Photosphere) มีความหนาประมาณ 500 กิโลเมตร ที่บริเวณชั้นโฟโตสเฟียร์ของดวงอาทิตย์มีอุณหภูมิตั้งแต่ 5,500 องศาเซลเซียส เป็นต้นกำเนิดของแสงอาทิตย์ที่เราเห็นจากโลกในชั้นนี้ยังมีปรากฏการณ์อื่นๆ เช่น การพุ่งของพวยก๊าซ (Prominences) การลุกจ้า (Flare) และการเกิดจุดบนดวงอาทิตย์ (Sunspots) ซึ่งสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กบนดวงอาทิตย์ถัดจากชั้นโฟโตสเฟียร์ขึ้นไปมี 10,000 กิโลเมตรเรียกว่า ชั้นโครโมสเฟียร์ (Chromosphere) มีอุณหภูมิประมาณ 10,000 องศาเซลเซียส บรรยากาศชั้นนอกสุดของดวงอาทิตย์ที่แผ่ออกไปไกลหลายล้านกิโลเมตร เรียกว่า โครโม (Corona) มีอุณหภูมิสูงถึง 2 ล้านองศาเซลเซียส



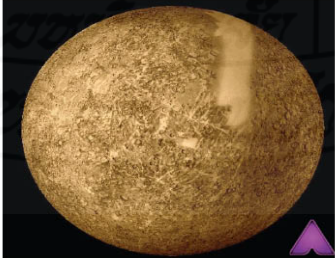
ภาพที่ 3 ภาพตัดขวางแสดงโครงสร้างภายในของดวงอาทิตย์
ที่มา : <http://www.algaidoosiem.com/node/187293?page=2>

4

ภาพที่ 5.17 องค์ประกอบของระบบสุริยะ

2.2 ดาวเคราะห์ (Planets)
ระบบสุริยะประกอบด้วยดาวเคราะห์ทั้งหมด 8 ดวง ซึ่งเดิมเรียกว่าดาวเคราะห์เพราะนับรวมดาวพลูโตเป็น 9 ดวง ดาวเคราะห์เป็นดาวที่ไม่มีแสงสว่างในตัวเองและแสงสว่างที่เรามองเห็นเกิดจากการสะท้อนแสงจากดวงอาทิตย์เมื่อเราสังเกตดาวในท้องฟ้าจะพบว่าดาวเคราะห์มีแสงสีส้มขุ่นและไม่มีการเปลี่ยนแปลงสี นอกจากนี้ยังมีแสงสว่างกว่าดาวฤกษ์ทั้งนี้เนื่องจากดาวเคราะห์ที่อยู่ใกล้โลกมากกว่าดาวฤกษ์นั่นเอง
นักวิทยาศาสตร์แบ่งดาวเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน คือ ดาวเคราะห์ชั้นใน (Inner planets) ได้แก่ ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก และดาวอังคาร ดาวเคราะห์ชั้นนอก (Outer planets) ได้แก่ ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส และดาวเนปจูน ซึ่งดาวเคราะห์ชั้นนอกรวมกันมีอยู่ 5 ดวง ได้แก่ ดาวพุธ ดาวศุกร์ ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี และดาวเสาร์ แต่ไม่สามารถมองเห็นพร้อมกันทั้ง 5 ดวง เนื่องจากดาวฤกษ์มีการโคจรรอบดวงอาทิตย์ ดาวเคราะห์แต่ละดวงมีรูปร่างลักษณะที่แตกต่างกัน บางดวงมีขนาดใหญ่มากมีวงแหวนดาวเคราะห์บางดวงมีวงแหวนที่เห็นบริวารหลายดวง บางดวงมีวงแหวนล้อมรอบ เช่น ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส และดาวเนปจูน ซึ่งวงแหวนของดาวเสาร์เป็นวงแหวนที่มีขนาดใหญ่มากและสวยงามทำให้สังเกตเห็นได้ชัดเจนที่สุด

2.2.1 ดาวพุธ (Mercury)
ดาวพุธเป็นดาวเคราะห์ที่มีขนาดเล็กที่สุดและอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด จึงปรากฏให้เห็นบนท้องฟ้าไม่ไกลจากคาน้ำของดวงอาทิตย์ ดังนั้นจึงสังเกตเห็นดาวพุธได้ในช่วงเวลาใกล้ค่ำหรือรุ่งเช้า เราจะเห็นดาวพุธได้ดีที่สุดเมื่อมันอยู่ในตำแหน่งที่ใกล้ที่สุดจากดวงอาทิตย์ นอกจากนี้ในบางโอกาส เราสามารถมองเห็นดาวพุธได้เสมือนโคจรผ่านหน้าของดวงอาทิตย์



ภาพที่ 4 ดาวพุธ (Mercury)
ที่มา : <https://www.nasa.gov/content/>

5

ภาพที่ 5.18 เนื้อหา ดาวเคราะห์

2.3 ดาวเคราะห์น้อย (Asteroids หรือ Minor planets)

ดาวเคราะห์น้อย เกิดขึ้นในยุคที่เกิดระบบสุริยะเมื่อ 4,600 ล้านปีที่แล้ว ปัจจุบันมีวัตถุที่นักดาราศาสตร์ได้สังเกตพบและตั้งชื่อไว้ทั้งสิ้น 20,000 ดวง มีวัตถุที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 100 กิโลเมตร อยู่ประมาณ 200 ดวง ที่เหลือเป็นลูกกานดาขนาดเล็กมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 กิโลเมตร

ดาวเคราะห์น้อยโดยทั่วไปมีรูปร่างไม่แน่นอนและเต็มไปด้วยหลุมบ่อ แถบดาวเคราะห์น้อย (Asteroid Belt) พบอยู่ระหว่างวงโคจรของดาวอังคารและดาวพฤหัสบดี สันนิษฐานว่าเกิดมาพร้อมๆ กับดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ มีทฤษฎีหนึ่งอธิบายว่าดาวเคราะห์น้อยในบริเวณนี้ ไม่สามารถรวมตัวกันเป็นดาวเคราะห์ขนาดใหญ่ได้ เนื่องจากถูกรบกวนโดยแรงโน้มถ่วงรบกวนหลายของดาวพฤหัสบดี

ตลอดมา 30 ปีที่ผ่านมา นักดาราศาสตร์ได้ใช้สเปกโตรสโคปในการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและแร่ธาตุต่างๆ บนดาวเคราะห์น้อย โคการวิเคราะห์แสงสะท้อนจากพื้นผิวดาว นอกจากนี้ยังตรวจสอบหินอุกกาบาตที่ตกลงมาสู่พื้นโลกพบว่าประมาณ 1 ใน 3 ของบรรดากากาบาตที่ศึกษาพบ มีสีเข้มและมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นคาร์บอน ให้ชื่อว่าเป็นลูกกานดาประเภทคาร์บอนหรือสคอนโดรต์ (carbonaceous chondrites: C-type) อีกประมาณ 1 ใน 6 พบว่ามีสีค่อนข้างแดงแสดงว่ามีส่วนประกอบที่เป็นเหล็ก จึงเรียกว่า ประเภทหินปนเหล็ก (stony-iron bodies: S-type)



ภาพที่ 39 ภาพดาวเคราะห์น้อย
ที่มา : <http://www.delaplante.org>

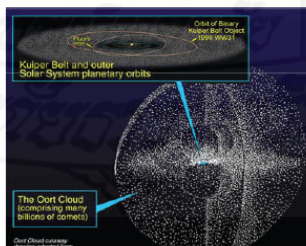
ภาพที่ 5.21 เนื้อหาดาวเคราะห์น้อย

2.4 ดาวหาง (comets)

ดาวหางประกอบด้วยก้อนน้ำแข็งสกปรก เมื่อโคจรเข้าใกล้ดวงอาทิตย์ น้ำแข็งจะระเหิดกลายเป็นหางก๊าซและหางฝุ่นที่เร่าร้อนเป็นทวยาว ดาวหางที่มีคาบการโคจรสั้นก็จะวนเวียนอยู่ภายในระบบสุริยะ แต่ดาวหางส่วนใหญ่จะมาจากบริเวณขอบนอกของระบบสุริยะที่เรียกว่า แถบไคเปอร์ (Kuiper Belt) ที่เป็นบริเวณที่แกว่งโคจรของดาวพลูโตออกไปเป็นระยะทาง 500 AU จากดวงอาทิตย์ และดวงดาวของออร์ต (Oort Cloud) ที่อยู่ถัดจากแถบไคเปอร์ออกไปถึง 50,000 AU จากดวงอาทิตย์



ภาพที่ 40 ภาพดาวหางเฮล-บอปท์
ที่มา : <https://pixabay.com/p-1486556/>



ภาพที่ 41 ภาพแสดงที่มาของดาวหางคือบริเวณแถบไคเปอร์ (Kuiper Belt) และดวงดาวของออร์ตบริเวณขอบนอกของระบบสุริยะ
ที่มา : <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/>

ภาพที่ 5.22 เนื้อหาดาวหาง

แบบฝึกหัดที่ 4
ดาวเคราะห์น้อยและดาวหาง

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (5 คะแนน)

1. ดาวเคราะห์น้อยเกิดจากสิ่งใดจงอธิบาย.....
2. ดาวหาง เกิดจากสิ่งใดจงอธิบาย.....
3. ดาวเคราะห์น้อยและดาวหาง อยู่บริเวณใดของระบบสุริยะ และเกิดได้อย่างไร.....
4. ดาวหางประกอบด้วยอะไรบ้าง จงอธิบาย.....
5. นิวเคลียสของดาวหางประกอบด้วย.....

29

ภาพที่ 5.23 แบบฝึกหัดที่ 4 ดาวเคราะห์น้อยและดาวหาง

2.5 อุกกาบาต

อุกกาบาตคือ เศษหินจากอวกาศที่เผาไหม้ไปไม่หมดและตกลงสู่พื้นผิวโลก ในแต่ละปีมีชิ้นส่วนอุกกาบาตที่หนักถึง 1 กิโลกรัมนับหลายพันชิ้นตกลงสู่พื้นโลก ซึ่งส่วนใหญ่ตกลงในมหาสมุทรซึ่งเป็นบริเวณที่กว้างถึง 2 ใน 3 ของพื้นผิวโลกจึงไม่สามารถพบได้ ที่เหลือตกลงบนแผ่นดินซึ่งบางครั้งจะถูกพบทันที แต่ก็ก็มีอุกกาบาตที่ตกลงบนพื้นโลกเป็นเวลานานกว่าจะมีคนไปพบอุกกาบาตแบ่งออกเป็นสามชนิดหลักคือ

1. อุกกาบาตที่เป็นหินล้วน (stony meteorite) เป็นอุกกาบาตส่วนใหญ่ (99%) ที่พบบนพื้นโลกเป็นจำนวนมากกว่า 3,000 ชิ้น มีลักษณะคล้ายหินธรรมดาแต่มีผิวชั้นนอกที่อุกหลอมในขณะพุ่งผ่านชั้นบรรยากาศลงมาถึงโลก
2. อุกกาบาตที่เป็นโลหะล้วน (iron meteorite) พบอยู่ประมาณ 4% ของอุกกาบาตทั้งหมดที่พบบนพื้นโลก ส่วนใหญ่จะไม่พบบนพื้นประเทศอยู่เลย ถ้าไม่ใช่เหล็กล้วนก็จะพบบนพื้นประมาณ 10% ถึง 20%
3. อุกกาบาตที่เป็นหินผสมโลหะ (stony-iron meteorite) พบอยู่ประมาณ 1% ของอุกกาบาตทั้งหมดที่พบบนพื้นโลก มีส่วนประกอบที่เป็นเหล็กและหินอยู่เท่า ๆ กัน

นอกจากนี้ยังมีอุกกาบาตบางชิ้นที่อาจเกิดขึ้นในขณะที่มีการก่อตัวของดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ นักวิทยาศาสตร์พบชิ้นส่วนอุกกาบาต (ชื่อว่า ALH84001) บนพื้นโลกบริเวณขั้วโลก ในปี พ.ศ. 2527 ซึ่งมีอายุ 4,000 ล้านปี และตกมายังโลกเมื่อ 16 ล้านปีที่แล้ว จากข้อมูลที่มีอยู่ทำให้สันนิษฐานว่าน่าจะมีต้นกำเนิดจากดาวอังคาร อีกทั้งยังพบร่องรอยขององค์ประกอบของเซลล์สิ่งมีชีวิตที่ยังพิสูจน์ไม่ได้ว่าเป็นเซลล์สิ่งมีชีวิตจากนอกโลกหรือจากพื้นผิวโลกแทรกซึมเข้าไปในร่องรอยของอุกกาบาตนั้นตั้งแต่ในอดีต



ภาพที่ 45 อุกกาบาตที่เป็นหินล้วน (stony meteorite)
ที่มา : <https://f.globe.infor/>



ภาพที่ 46 อุกกาบาตที่เป็นโลหะล้วน (Iron meteorite)
ที่มา : <http://fann9.static.tumblr.com/>



ภาพที่ 47 อุกกาบาตที่เป็นหินผสมโลหะ (stony-iron meteorite)
ที่มา : <http://img.tarad.com/>

30

ภาพที่ 5.24 เนื้อหาอุกกาบาต



ภาพที่ 48 ภาพถ่ายจากยาน ALH84001 (ภาพซ้าย) ภาพขวาเป็นภาพถ่ายโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแสดงให้เห็นถึงซากของเซลล์แบคทีเรีย (อันกลม ๆ กลางภาพ)
ที่มา : ที่มา - <http://fann9.staticflickr.com>

2.6 ดาวเคราะห์แคระ (Dwarf Planet)

ในปัจจุบันเทคโนโลยีของกล้องโทรทรรศน์ก้าวหน้ามาก มีการสร้างกล้องโทรทรรศน์ขนาดใหญ่บนพื้นโลก และส่งกล้องโทรทรรศน์ขึ้นไปอยู่ในอวกาศเพื่อให้ได้ภาพชัดไม่ถูกรบกวนจากอากาศ นอกจากนี้ยังมีการสร้างกล้องโทรทรรศน์อินฟราเรดซึ่งสามารถตรวจจับวัตถุขนาดเล็กที่มีอุณหภูมิต่ำ จึงทำให้มีการค้นพบวัตถุในแถบคอยเปอร์ที่มีขนาดใกล้เคียงกับดาวพฤหัสบดีเป็นจำนวนมาก อาทิเช่น ซีน่า เอลิส เซธนา วาเรนา เป็นต้น ซึ่งถ้าหากเราจะนับวัตถุพวกนี้เป็นดาวเคราะห์ด้วย ระบบสุริยะของเราจะมีดาวเคราะห์หลายสิบดวง ดังนั้นในปี พ.ศ.2549 สมาพันธ์ดาราศาสตร์สากล (International Astronomical Union) จึงประกาศนิยามใหม่ของดาวเคราะห์และวัตถุที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ดาวเคราะห์ (Planet) หมายถึง เทหวัตถุที่มีสมบัติต่อไปนี้
 - 1.1 โคจรรอบดวงอาทิตย์
 - 1.2 มีมวลมากพอที่จะแรงโน้มถ่วงของดาวสามารถเอาชนะความแข็งแรงของเนื้อดาวส่งผลให้ดาวอยู่ในสภาวะสมดุลไฮโดรสแตติก (hydrostatic equilibrium) เช่น ทรงกลม หรือเกือบกลม
 - 1.3 สามารถกวาดวัตถุในบริเวณข้างเคียงไปได้
2. ดาวเคราะห์แคระ (Dwarf Planet) หมายถึง เทหวัตถุที่มีสมบัติดังต่อไปนี้ครบถ้วน
 - 2.1 โคจรรอบดวงอาทิตย์
 - 2.2 มีมวลมากพอที่จะแรงโน้มถ่วงของดาวสามารถเอาชนะความแข็งแรงของเนื้อดาวส่งผลให้ดาวอยู่ในสภาวะสมดุลไฮโดรสแตติก (hydrostatic equilibrium) เช่น ทรงกลม หรือเกือบกลม
 - 2.3 ไม่สามารถกวาดวัตถุในบริเวณข้างเคียงไปได้
 - 2.4 ไม่ใช่ดวงจันทร์บริวารของดาวเคราะห์
3. วัตถุขนาดเล็กในระบบสุริยะ (Small Solar-System Bodies) หมายถึง เทหวัตถุอื่นๆ นอกเหนือจากที่กล่าวไปแล้ว

31

ภาพที่ 5.25 เนื้อหาดาวเคราะห์แคระ

แบบฝึกหัดที่ 5
อุกกาบาตและดาวเคราะห์แคระ

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ออกคียง (5 คะแนน)

1. อุกกาบาตคืออะไร
2. ตรวจดู อุกกาบาต และสีฟุ้งได้ ดังเช่นหรือไม่งั้นไร
3. อุกกาบาตที่มีชนิดใดบ้างจงเขียนชื่อ
4. ดาวเคราะห์แคระหมายถึง
5. ดาวเคราะห์แคระดวงล่าสุดในระบบสุริยะคือ เพราะเหตุใด

ภาพที่ 5.26 แบบฝึกหัดที่ 5 อุกกาบาตและดาวเคราะห์แคระ

5. แบบทดสอบหลังเรียน

แบบทดสอบหลังเรียน

เรื่อง ระบบสุริยะ

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ถ้าในกาแล็กซีไม่มีกลุ่มแก๊สต่างๆ และฝุ่นธุลี เหตุการณ์ใดน่าจะเกิดขึ้นได้มากที่สุด
 - ก. เนบิวลาไม่สามารถเกิดขึ้นได้
 - ข. มีดาวฤกษ์เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก
 - ค. มีเฉพาะเนบิวลามืดเกิดขึ้นเท่านั้น
 - ง. มีเฉพาะเนบิวลาสว่างเกิดขึ้นเท่านั้น
2. ข้อใดอธิบายเกี่ยวกับเนบิวลามืดได้ถูกต้องที่สุด
 - ก. เป็นกลุ่มแก๊สและฝุ่นธุลีซึ่งเกิดการยุบตัวแล้วที่สะท้อนแสงสว่างจากดาวฤกษ์
 - ข. เป็นกลุ่มแก๊สและฝุ่นธุลีซึ่งเกิดการยุบตัวแล้วที่ดูดกลืนแสงสว่างจากดาวฤกษ์
 - ค. เป็นกลุ่มแก๊สและฝุ่นธุลีที่ยังไม่เกิดการยุบตัวที่สะท้อนแสงสว่างจากดาวฤกษ์
 - ง. เป็นกลุ่มแก๊สและฝุ่นธุลีที่ยังไม่เกิดการยุบตัวที่ดูดกลืนแสงสว่างจากดาวฤกษ์
3. เหตุใดดาวเคราะห์ทั้ง 8 ดวงจึงต้องโคจรรอบดวงอาทิตย์
 - ก. เพราะดวงอาทิตย์มีแรงโน้มถ่วงมาก
 - ข. เพราะดวงอาทิตย์มีขนาดใหญ่กว่ามาก
 - ค. เพราะดวงอาทิตย์มีแสงสว่างในตัวเอง
 - ง. เพราะดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ
4. ดาวเคราะห์ชั้นใน ได้แก่ข้อใด
 - ก. โลกกับดาวอังคาร
 - ข. ดาวศุกร์กับโลก
 - ค. ดาวพุธกับดาวศุกร์
 - ง. ถูกทุกข้อ
5. ระบบสุริยะอยู่ในดาราจักรทางช้างเผือก ซึ่งจัดว่ามีรูปร่างลักษณะอย่างไร
 - ก. ดาราจักรรูปวงรี
 - ข. ดาราจักรรูปก้นหอย
 - ค. ดาราจักรรูปก้นหอยมีคาน
 - ง. มีรูปร่างไม่แน่นอน
6. ปฏิริยานิวเคลียสเกี่ยวข้องกับดวงอาทิตย์
 - ก. ปฏิริยาออร์บิตา
 - ข. ปฏิริยาซูเปอร์โนวา
 - ค. ปฏิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน
 - ง. ปฏิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน
7. ข้อใดกล่าวผิด
 - ก. ดาวตกเป็นสะเก็ดของดาวหาง
 - ข. ดาวหางไม่มีแสงสว่างในตัวเองเช่นเดียวกับดาวฤกษ์
 - ค. มวลของดาวหางบางส่วนจะหายไปทุกรอบของการโคจร
 - ง. คนบนโลกจะสังเกตเห็นดาวหางเมื่อดาวหางอยู่ใกล้โลก
8. ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้องที่สุด
 - ก. ดาวอังคารเป็นดาวเคราะห์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุด
 - ข. โลกเป็นดาวเคราะห์วงในที่มีดวงจันทร์เป็นบริวาร 1 ดวง
 - ค. ดาวพุธเป็นดาวเคราะห์วงใน และมีขนาดเท่ากับโลก
 - ง. ดาวศุกร์เป็นดาวเคราะห์วงในที่มีมองเห็นจากพื้นโลกมีสีแดง
9. ข้อใดเรียงลำดับจากขนาดใหญ่ไปหาขนาดเล็กได้ถูกต้อง
 - ก. เอกภพ ระบบสุริยะ ดาราจักร
 - ข. ดาราจักร เอกภพ ระบบสุริยะ
 - ค. เอกภพ ดาราจักร ระบบสุริยะ
 - ง. ระบบสุริยะ เอกภพ ดาราจักร
10. ดาวเคราะห์ดวงใดที่มีขนาดใกล้เคียงกับโลกมากที่สุด
 - ก. ดาวพุธ
 - ข. ดาวศุกร์
 - ค. ดาวอังคาร
 - ง. ดาวเนปจูน

6. เกี่ยวกับผู้สอน



ผู้จัดทำ

นายอภิรักษ์ สุโส

ตำแหน่ง ครูโรงเรียนวัดโบสถ์ราษฎร์บำรุง

ตำบลโพงาม อำเภอสรรคบุรี จังหวัดชัยนาท

สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท

ภาพที่ 5.28 ผู้จัดทำ



บทที่ 6

สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ครอบคลุม สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 รูปแบบการวิจัย เป็นการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อพัฒนาหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท

1.2.2 วัตถุประสงค์เฉพาะ

1) เพื่อพัฒนาหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2) เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ

3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

1.3.2 นักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ มีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05

1.3.3 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท จำนวน 55 โรงเรียน มีนักเรียน จำนวน 814 คน

2) กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท จำนวน 50 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม

1.4.2 เครื่องมือการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 3 ประเภท ได้แก่

- 1) หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- 2) แบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน แบบคู่ขนาน
- 3) แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

1.4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล ในการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้ คือ

(1) สถานที่วิจัยคือ โรงเรียนวัดโบสถ์ราษฎร์บำรุง โรงเรียนวัดสุกนาราม และโรงเรียนวัดโพงาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท (2) วันและเวลาในการทดสอบประสิทธิภาพเป็นเวลา 3 ครั้ง ใช้เวลา 6 ชั่วโมง ครั้งที่ 1 โรงเรียนวัดสุกนาราม วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2560 ตั้งแต่เวลา 08.30–10.30 น. ครั้งที่ 2 โรงเรียนวัดโพงาม วันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2560 ตั้งแต่เวลา 08.30 – 10.30 น. และ ครั้งที่ 3 โรงเรียนวัดโบสถ์ราษฎร์บำรุง ตั้งแต่เวลา 08.30 – 10.30 น. (3) ขั้นตอนการเรียนประกอบด้วย การทดสอบก่อนเรียน การนำเข้าสู่บทเรียน การศึกษาเนื้อหา ทำแบบฝึกหัด และทดสอบหลังเรียน (4) ผู้วิจัยได้เก็บคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบฝึกหัด มาวิเคราะห์ข้อมูล และ (5) ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยหนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน

1.4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล 3 ประเด็น ดังนี้ (1) การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน โดยการหาค่า E_1/E_2 (2) การวิเคราะห์ความก้าวหน้าของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน โดยการทดสอบค่าที่ และ (3) การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน โดยการหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.5 ผลการวิจัย ในการพัฒนาหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1.5.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน พบว่า มีประสิทธิภาพ 81.06/81.95 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ คือ 80/80

1.5.2 ผลการหาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน พบว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.5.3 ผลการหาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

2. อภิปรายผล

จากรายงานการใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถอภิปรายผลการศึกษาดังนี้

2.1 การหาประสิทธิภาพของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

จากผลการศึกษาพบว่า หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.06/81.95 ตามเกณฑ์ 80/80 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ ดังนั้น หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากได้รับการตรวจสอบเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ที่ให้ข้อชี้แนะทำให้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ มีความชัดเจนเข้าใจง่าย เนื้อหา มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ มีความยากง่ายเหมาะสมกับวัย เนื้อหาเรียงลำดับตามขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรม จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ ได้รับความสนใจของนักเรียน แบบทดสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

การเรียนรู้ เนื้อหา และกิจกรรมการเรียนการสอน และผ่านการทดลองโดยใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง ตลอดจนผ่านการหาประสิทธิภาพ เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ก่อนนำมาใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ มีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สหพร ขวัญวิษา (2557) ได้ทำการวิจัย การพัฒนาหนังสือคำศัพท์ภาษาอังกฤษภาพความจริงเสมือน เรื่องสัตว์ ผ่านแท็บเล็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า หนังสือคำศัพท์ภาษาอังกฤษภาพความจริงเสมือน ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 โดยรวมเท่ากับ 81.17/82.33 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ กัญชรี วรอาจ (2557) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาหนังสืออ่านเพิ่มเติมที่มีความจริงเสมือน เรื่องประเทศสิงคโปร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพ หนังสืออ่านเพิ่มเติมที่มีความจริงเสมือน เรื่องประเทศสิงคโปร์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 92.14/91.41 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ที่กำหนดไว้ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรทิพย์ ปรีญาทิต (2558) ได้ทำการวิจัย ผลของการใช้นาบทเรียน Augmented Reality เรื่องคำศัพท์ภาษาจีน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของ บทเรียน Augmented Reality เรื่องคำศัพท์ภาษาจีน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.97/81.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้

2.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

จากผลการศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 6.88 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 8.20 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการศึกษาที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สหพร ขวัญวิษา (2557) ได้ทำการวิจัย การพัฒนาหนังสือคำศัพท์ ภาษาอังกฤษภาพความจริงเสมือน เรื่องสัตว์ ผ่านแท็บเล็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือคำศัพท์ภาษาอังกฤษภาพความจริงเสมือน เรื่อง สัตว์ ผ่านแท็บเล็ต พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ กัญชรี วรอาจ (2557) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาหนังสืออ่านเพิ่มเติมที่มีความจริงเสมือน เรื่องประเทศสิงคโปร์ ผ่านไอแพด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า คะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทั้งนี้เนื่องมาจากหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่มีลักษณะเป็นสื่อประสมมีเนื้อหาที่ตรงกับผลการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ตามความต้องการจะให้นักเรียนได้รับ ช่วยให้นักเรียนได้รับความรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ในส่วนของครู การสอนด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน จะทำให้ครูสามารถถ่ายทอดเนื้อหาวิชาที่สลับซับซ้อนและเป็นนามธรรม ทำให้นักเรียนเข้าใจง่ายขึ้น ด้านนักเรียนได้เรียนรู้ เนื้อหาเรียงลำดับตามขั้นตอนการ สืบเสาะหาความรู้ เรียงจากง่ายไปหายาก เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี

2.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

จากผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจต่อหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนในระดับมากที่สุด เนื่องจากกระบวนการจัดการเรียนการสอนด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ครูได้ใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนที่มีบรรยากาศการเรียนการสอนที่นักเรียนรู้สึก ตื่นเต้น น่าสนใจ สนุกสนาน การเรียนรู้เป็นแบบสร้างสรรค์ และมีอิสระ นักเรียนสนใจกระตือรือร้นให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม ครูให้กำลังใจแก่นักเรียน ใจกว้าง สามารถให้นักเรียนโต้แย้งได้ ยอมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน และเป็นผู้ให้คำปรึกษา ชี้แนะ และช่วยเหลือนักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนร่วมมือร่วมใจในการทำกิจกรรม ช่วยกันคิด ช่วยกันทำงาน ถ้อยทีถ้อยอาศัย อภิปรายซักถามแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน และโต้แย้งกัน อย่างสร้างสรรค์ ทำให้ผู้เรียนเกิดการอยากรู้ อยากเรียน และสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ จึงส่งผลให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ อยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ นงคราญ ศรีสะอาด (2556) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียน

จากเทคโนโลยีเสมือนจริงโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อ การสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริงโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยรวมอยู่ในระดับมาก เช่นเดียวกับงานวิจัยของ สหพร ขวัญวิษา (2557) ได้ทำการวิจัย การพัฒนาหนังสือคำศัพท์ภาษาอังกฤษภาพความจริงเสมือน เรื่องสัตว์ ผ่านแท็บเล็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัย พบว่า ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือคำศัพท์ภาษาอังกฤษภาพความจริงเสมือน เรื่องสัตว์ ผ่านแท็บเล็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

ทั้งนี้เพราะ หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นสามารถสร้างความรู้สึกในขณะที่มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน หากชอบจะแสดงออกถึงความพอใจที่จะเรียน ถ้าหากไม่ชอบจะเกิดการเบื่อหน่ายต่อการเรียน หรือการเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ หลังจากที่มีนักเรียนได้เรียนรู้จากหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยกระบวนการที่หลากหลายในเรื่องที่สอดคล้องกับความต้องการ ความสนใจ เหมาะกับวัย และเป็นเรื่องที่น่าสนใจสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวันได้ จากความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นด้วยตนเองและนักเรียนได้มีโอกาสปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ๆ และสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัวที่สำคัญคือ นักเรียนได้เรียนรู้ได้อย่างมีความสุข เปิดโอกาสให้นักเรียนใช้ความสามารถของตนเองตามศักยภาพของแต่ละบุคคล ช่วยให้ทุกคนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ ตามความสามารถของนักเรียน ยังช่วยฝึกการตัดสินใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ช่วยให้นักเรียนมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม

ผลจากการศึกษาทั้งหมดที่กล่าวมา สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ เหมาะที่จะนำมาใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพราะสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงขึ้น โดยนักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ทุกขั้นตอนสามารถปรับปรุงและพัฒนาตนเอง ส่งผลให้นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์และเรียนรู้ได้อย่างมีความสุข มีความพึงพอใจในการเรียนโดยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

3. ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

3.1.1 การเตรียมความพร้อมด้านวัสดุอุปกรณ์ ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องคอมพิวเตอร์พกพาหรือสมาร์ทโฟน พร้อมทั้งติดตั้งแอปพลิเคชัน aurasma เพื่อใช้ในการแสดงภาพในรูปแบบ วิดีทัศน์ หรือรูปแบบอื่นๆ พร้อมทั้งทดสอบการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตโดยสัญญาณอินเทอร์เน็ต

ควรมีความเสถียรที่ดี ควรเพิ่มสัญลักษณ์ที่เห็นเด่นชัดกับภาพที่สามารถสแกนได้ และประสิทธิภาพของกล้อง เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการสแกนภาพในหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

3.1.2 การเตรียมความพร้อมของนักเรียน นักเรียนที่จะเรียนด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน ควรมีทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์พกพา หรือ สมาร์ทโฟน

3.1.3 การจัดการเรียนการสอน ในการจัดการเรียนการสอนด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน ครูผู้สอนทำหน้าที่กำกับดูแลให้นักเรียนดำเนินการศึกษาเนื้อหาให้เป็นไปตามขั้นตอน ได้แก่ การศึกษาขั้นตอนการเรียนรู้ ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ศึกษาเนื้อหา ทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบหลังเรียน ช่วยแก้ปัญหาให้ความช่วยเหลือหรือให้ข้อเสนอแนะในการใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

จากการวิจัยในครั้งนี้พบว่านักเรียนเห็นประโยชน์ในการเรียนด้วยหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนมากที่สุด ดังนั้นควรพัฒนาหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหน่วยอื่น ๆ โดยพัฒนาด้านทักษะพิสัย ว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นหรือไม่





บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- _____. (2546). *คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545*. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟิก.
- _____. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.
- _____. (2553). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- เกศรินทร์ ศรีเงิน, อรญา เสี่ยงเลิศ และ สุทธิกานต์ บ่อจักรพันธ์. (2558). การศึกษาผลสัมฤทธิ์สื่อมัลติมีเดียกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิต โดยการใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ การจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม ครั้งที่ 1*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 12-13 พฤษภาคม 2558.
- จินตนา ใบกาช้อย. (2536). *การเขียนสื่อการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2542). *เทคนิคการเขียนหนังสือสำหรับเด็ก*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.
- ชลสิทธิ์ จันทาสี. (2543). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิเวศวิทยาและความสามารถในการตัดสินใจอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, กรุงเทพฯ.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2545). *นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- _____. (2545). *เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีการศึกษา หน่วยที่ 1-5*. นนทบุรี: สำนักเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ณัฐฐาน์ นิธิภัทร์มณีโชค. (2558). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบหมุนเวียนโลหิตด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง*. กรุงเทพฯ: สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ณัฐวี อดุทธกษณ์ และ นวพล วงศ์วิวัฒน์ไชย. (2555). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อช่วยในการสอนเรื่องตัวอักษรภาษาอังกฤษ A-Z. ใน *การประชุมวิชาการระดับประเทศทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 4*. เพชรบุรี: คณะวิทยาการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.
- ดวงเดือน เทศวานิช. (ม.ป.ป.). *หลักการสอนทั่วไป*. กรุงเทพฯ: วิทยาลัยครูพระนคร.
- ทิวต์ถ์ มณีโชติ. (2549). *การวัดผลและการประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษา ขั้นพื้นฐาน*. นนทบุรี: เกรท เอ็ดดูเคชั่น.
- ทศนา แคมมณี. (2547). *ศาสตร์การสอน*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ฉันยา นวลละออง และ นางลักษณ์ ปรีชาดิเรก. (2558). การสร้างเกมการเรียนรู้สามมิติเพื่อการเสริมสร้างทักษะภาษาอังกฤษตามทฤษฎีพหุปัญญาของนักเรียนผ่านเทคโนโลยี Augmented Reality บนอุปกรณ์แท็บเล็ต. *ICT Silpakorn Journal*, 2(1), 11-27.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2546). *การวิจัยเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ประภาพรรณ เส็งวงศ์. (2550). *การพัฒนาวัตกรรมการเรียนรู้ด้วยการวิจัยในชั้นเรียน*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: อี.เค.บุ๊คส์.
- ประภาพันธ์ พลายนจันทร์. (2546). *ความพึงพอใจของนักศึกษาในการใช้ทรัพยากรสารสนเทศและบริการของห้องสมุดคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*. รายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- ประหยัด จิระวรพงศ์. (2553). บทความเชิงวิชาการ: เทคโนโลยีความจริงเสมือน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*, 12(3), 190.
- ปรีชา วงศ์ชูศิริ. (2527). การจัดลำดับเนื้อหาและประสบการณ์. ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์*. หน่วยที่ 1 – 7. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ปัญญารัตน์ ทับเปีย. (2555). *การพัฒนาชุดสื่อประสมแบบโลกเสมือนผลงานโลกจริง เรื่องโครงสร้างและการทำงานของหัวใจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยนครสวรรค์, พิษณุโลก.
- ปาลิตา แซ่ลิ้ม และ ชนม์ชนก วงศ์พัฒนกุล. (2554). อ่างใน ญัฐมา ไชยวโรยอิน (บรรณาธิการ), (2556). *การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องการแสดงศิลปะประจำชาติ ประเทศในประชาคมอาเซียนด้วยเทคโนโลยีออร์สม่า*. (การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ปิยะภรณ์ นวลเจริญ, เสกสรร แยมพิณิจ และ เพียงเพ็ญ จิระชัย. (2557). การพัฒนาชุดการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้เทคนิคช่วยจำ เพื่อส่งเสริมการอ่าน เรื่องมาตราตัวสะกด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. *การประชุมสัมมนาวิชาการ มทร. ตะวันออก มรภ. กลุ่มศรีอยุธยา และราชนครินทร์วิชาการและวิจัย*. 14-16 พฤษภาคม 2557.
- แผธิญู กิจระการ. (2544). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 7, 30-36.
- พงษ์ศักดิ์ ไชยทิพย์. (2549). *เทคนิคการออกแบบงานกราฟิก*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- พนิดา ตันศิริ. (2553). *โลกเสมือนผลงานโลกจริง (Augmented reality)*. *วารสารนักบริหาร มหาวิทยาลัยกรุงเทพ*, 30(2), 16.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และทางสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2548). *หลักการวัดและประเมินผลการเรียน*. กรุงเทพฯ: เฮาส์ ออฟ เดอร์มีสท์.
- พูลศรี เวศย์อุฬาร. (2554). *หนังสือ Augmented Reality วิชาภาษาอังกฤษสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา โรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร*. กรุงเทพฯ: สำนักการศึกษา.

- เพชรพรพรรณ เพชรราเวช. (2557) การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องระบบสุริยะจักรวาลโดยใช้เทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี้. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.
- ภพ เลหาไพบุลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิชย์.
- มนมนัส สุดสั้น. (2543). *การศึกษผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์* วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบการเขียนผังมโนมิติ. (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิตบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- มานพ สว่างจิต. (2557). การพัฒนาสื่อความจริงเสมือนวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก. *วารสารเทคโนโลยีการศึกษาและมีเดียคอนเวอร์เจนซ์*, 1(2).
- รังสิมันต์ ฉิมรักษ์. (2550). *การเขียนหนังสือส่งเสริมการอ่าน*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วิวัฒน์ มีสุวรรณ. (2556). *การออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี้ Augmented Reality*. เพชรบูรณ์: จุลติศการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2547). *คู่มือครูแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ม.3*. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- สมจิต สวณไพบุลย์. (2541). *การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2548). *การวัดผลและประเมินผลอิงมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- สุรสิทธิ์ วิทยารัฐ. (2546). *การผลิตสื่อสิ่งพิมพ์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือสวนสุนันทา.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). *ทฤษฎีและทางปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้*. กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุ๊กเซ็นเตอร์.
- อภิชาติ อนุกุลเวช. (2556). การผลิตสื่อดิจิทัลแบบเสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยี AR บนสมาร์ตโฟน และแท็บเล็ตด้วยโปรแกรม Aurasma. *เอกสารประกอบการบรรยาย ณ เทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาลัยเขตจันทบุรี*, วันที่ 17 กรกฎาคม 2556. ม.ท.ป.
- อารีย์ พันธุ์มณี. (2546). *จิตวิทยาสร้างสรรค์การเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: ไยใหม่ ศรีเอทีพี กรุ๊ป.



ภาคผนวก

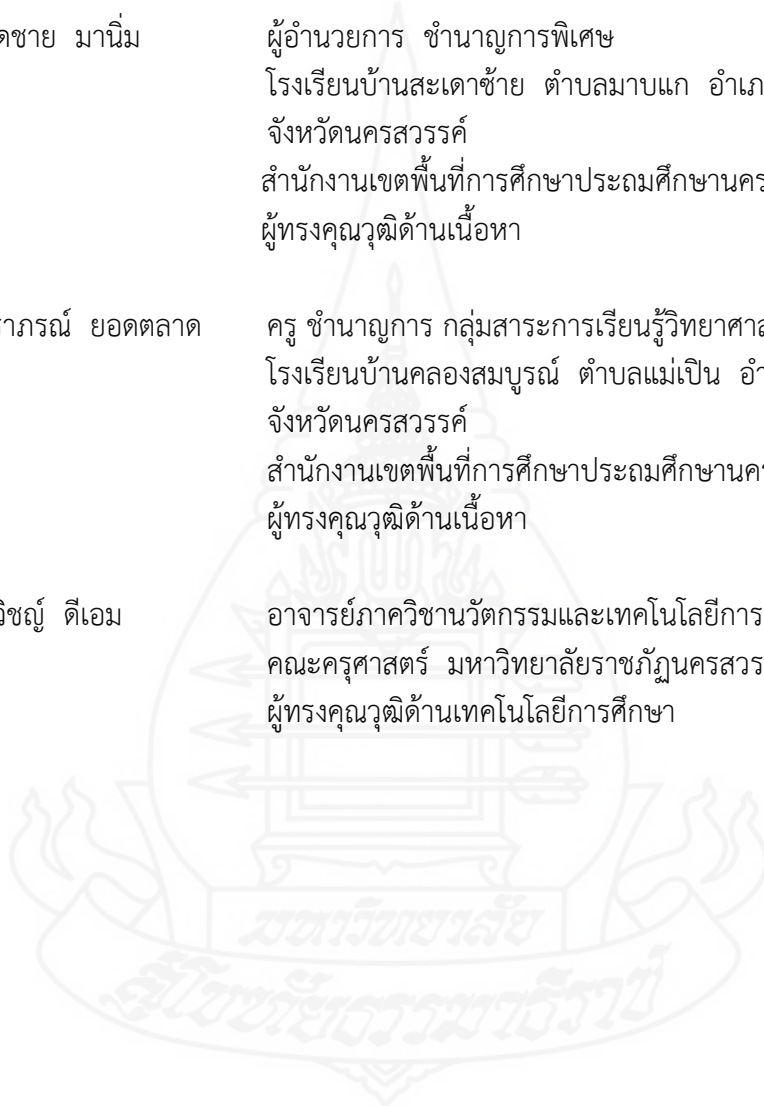


ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ดร.สายทิพย์ ยะฟู
 อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยทางการศึกษา
 คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวิจัยและวัดผลประเมินผล
2. นายยอดชาย มานีม
 ผู้อำนวยการ ชำนาญการพิเศษ
 โรงเรียนบ้านสะเดาซ้าย ตำบลมาบแก อำเภอลาดยาว
 จังหวัดนครสวรรค์
 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครสวรรค์ เขต 2
 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา
3. นางวัชรภรณ์ ยอดตลาด
 ครู ชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 โรงเรียนบ้านคลองสมบูรณ์ ตำบลแม่เป็น อำเภอแม่เป็น
 จังหวัดนครสวรรค์
 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครสวรรค์ เขต 2
 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา
4. ดร.ไกรวิชญ์ ดีเอม
 อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา
 คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา



ภาคผนวก ข

คะแนนแบบฝึกปฏิบัติ คะแนนทดสอบก่อนเรียน และคะแนนทดสอบหลังเรียน
ในการทดลองแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม



คะแนนแบบฝึกหัด คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน ค่าเฉลี่ยและค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ในการทดสอบแบบเดี่ยว (1:1)

เลขที่	คะแนนแบบฝึกหัดระหว่างการใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน					รวมคะแนนแบบฝึกหัด (30)	คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (10)
	แบบฝึกหัด ชุด 1 (5)	แบบฝึกหัด ชุด 2 (5)	แบบฝึกหัด ชุด 3 (10)	แบบฝึกหัด ชุด 4 (5)	แบบฝึกหัด ชุด 5 (5)		
1	3	4	5	3	3	18	6
2	4	4	7	3	4	22	7
3	4	5	8	4	4	25	9
รวม	11	13	20	10	11	65	22
ค่าเฉลี่ย	3.67	4.33	6.67	3.33	3.67	21.67	7.33
ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ	73.33	86.67	66.67	66.67	73.33	$E_1=72.22$	$E_2=73.33$

คะแนนแบบฝึกหัด คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน ค่าเฉลี่ยและค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ในการทดสอบแบบกลุ่ม (1:10)

เลขที่	คะแนนแบบฝึกหัดระหว่างการใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน					รวมคะแนนแบบฝึกหัด (30)	คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (10)
	แบบฝึกหัดที่ 1 (5)	แบบฝึกหัดที่ 2 (5)	แบบฝึกหัดที่ 3 (10)	แบบฝึกหัดที่ 4 (5)	แบบฝึกหัดที่ 5 (5)		
1	4	5	8	4	5	26	8
2	3	4	7	3	3	20	8
3	4	4	7	3	4	22	7
4	4	4	8	3	4	23	8
5	4	3	6	3	4	20	6
6	4	4	8	4	5	25	9
รวม	23	24	44	20	25	136	46
คะแนนเฉลี่ย	3.83	4.00	7.33	3.33	4.17	22.67	7.67
ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ	76.67	80.00	73.33	66.67	83.33	$E_1=75.56$	$E_2=76.67$

คะแนนแบบฝึกหัด คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน ค่าเฉลี่ยและค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E₁) และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E₂) ของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ในการทดสอบแบบภาคสนาม (1:100)

เลขที่	คะแนนแบบฝึกหัดระหว่างการใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน					รวมคะแนนแบบฝึกหัด (30)	คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (10)
	แบบฝึกหัดที่ 1 (5)	แบบฝึกหัดที่ 2 (5)	แบบฝึกหัดที่ 3 (10)	แบบฝึกหัดที่ 4 (5)	แบบฝึกหัดที่ 5 (5)		
1	5	5	8	4	4	26	9
2	5	5	7	3	4	24	8
3	5	5	7	4	4	25	9
4	4	4	6	3	4	21	7
5	4	5	6	4	4	23	7
6	5	4	7	4	4	24	8
7	4	4	6	3	4	21	7
8	4	4	7	4	4	23	8
9	5	5	9	4	4	27	10
10	4	4	6	4	3	21	7
11	5	5	8	3	4	25	9
12	4	5	7	3	3	22	7
13	5	5	8	3	4	25	8
14	4	4	6	4	4	22	6
15	5	5	9	4	5	28	9
16	4	5	7	4	4	24	8
17	4	4	7	4	4	23	7
18	5	5	8	4	4	26	9
19	5	5	7	4	4	25	8
20	4	4	6	3	3	20	7
21	4	4	6	3	4	21	9
22	5	5	8	4	4	26	10
23	5	5	8	4	4	26	10
24	4	4	7	3	4	22	7
25	4	5	7	4	4	24	8
26	5	5	8	4	4	26	9
27	5	5	7	3	4	24	8
28	4	5	7	4	4	24	7
29	5	5	7	4	4	25	7

เลขที่	คะแนนแบบฝึกหัดระหว่างการใช้หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน					รวมคะแนนแบบฝึกหัด (30)	คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (10)
	แบบฝึกหัดที่ 1 (5)	แบบฝึกหัดที่ 2 (5)	แบบฝึกหัดที่ 3 (10)	แบบฝึกหัดที่ 4 (5)	แบบฝึกหัดที่ 5 (5)		
30	5	5	9	4	3	26	10
31	4	4	7	3	4	22	6
32	5	5	8	4	4	26	10
33	4	5	7	4	4	24	8
34	4	5	8	4	4	25	9
35	4	5	8	4	4	25	9
36	4	5	9	4	4	26	9
37	5	5	7	4	4	25	9
38	5	5	8	4	3	25	8
39	4	4	7	4	4	23	8
40	4	5	7	4	4	24	8
41	5	5	9	4	4	27	9
รวม	184	193	301	153	160	991	336
คะแนนเฉลี่ย	4.49	4.71	7.34	3.73	3.90	24.17	8.20
ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ	89.76	94.15	73.41	74.63	78.05	$E_1=80.57$	$E_2=82.00$

คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน และค่าความแตกต่างระหว่าง
 คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน โดยการเรียนรู้ด้วยหนังสือเรียนด้วย
 เทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้น
 มัธยมศึกษาปีที่ 3
 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ในการทดสอบแบบเดี่ยว (1:1)

ลำดับที่	คะแนน แบบทดสอบ ก่อนเรียน (10 คะแนน)	คะแนน แบบทดสอบ หลังเรียน (10 คะแนน)	คะแนน ความก้าวหน้า (D)	คะแนน ความก้าวหน้า ยกกำลังสอง (D ²)
1	4	6	2	4
2	6	7	1	1
3	7	9	2	4
รวม	$\bar{X}=5.67$	$\bar{X}=7.33$	$\sum D = 5$	$\sum D^2 = 9$

สูตร
$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \quad \text{เมื่อ } df = n-1$$

แทนค่าในสูตร
$$t = \frac{5}{\sqrt{\frac{(3 \times 9) - (5 \times 5)}{3-1}}} = 5.00$$

คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน และค่าความแตกต่างระหว่าง
 คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน โดยการเรียนด้วยหนังสือเรียนด้วย
 เทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้น
 มัธยมศึกษาปีที่ 3
 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ในการทดสอบแบบกลุ่ม (1:10)

ลำดับที่	คะแนน แบบทดสอบ ก่อนเรียน (10 คะแนน)	คะแนน แบบทดสอบ หลังเรียน (10 คะแนน)	คะแนน ความก้าวหน้า (D)	คะแนน ความก้าวหน้า ยกกำลังสอง (D ²)
1	5	8	3	9
2	6	8	2	4
3	4	7	3	9
4	5	8	3	9
5	4	6	2	4
6	7	9	2	4
รวม	$\bar{X}=5.17$	$\bar{X}=7.67$	$\sum D = 15$	$\sum D^2 = 39$

สูตร
$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \text{ เมื่อ } df = n-1$$

แทนค่าในสูตร
$$t = \frac{15}{\sqrt{\frac{(6 \times 39) - (15 \times 15)}{6-1}}}$$

$$= 11.18$$

คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน และค่าความแตกต่างระหว่าง
 คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน โดยการเรียนด้วยหนังสือเรียนด้วย
 เทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้น
 มัธยมศึกษาปีที่ 3
 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ในการทดสอบแบบภาคสนาม (1:100)

ลำดับที่	คะแนน แบบทดสอบ ก่อนเรียน (10 คะแนน)	คะแนน แบบทดสอบ หลังเรียน (10 คะแนน)	คะแนน ความก้าวหน้า (D)	คะแนน ความก้าวหน้า ยกกำลังสอง (D ²)
1	7	9	2	4
2	7	8	1	1
3	7	9	2	4
4	5	7	2	4
5	6	7	1	1
6	8	8	0	0
7	7	7	0	0
8	6	8	2	4
9	7	10	3	9
10	7	7	0	0
11	8	9	1	1
12	7	7	0	0
13	6	8	2	4
14	6	6	0	0
15	7	9	2	4
16	6	8	2	4
17	7	7	0	0
18	7	9	2	4
19	7	8	1	1
20	6	7	1	1
21	8	9	1	1
22	7	10	3	9
23	8	10	2	4
24	7	7	0	0
25	7	8	1	1

ลำดับที่	คะแนน แบบทดสอบ ก่อนเรียน (10 คะแนน)	คะแนน แบบทดสอบ หลังเรียน (10 คะแนน)	คะแนน ความก้าวหน้า (D)	คะแนน ความก้าวหน้า ยกกำลังสอง (D ²)
26	7	9	2	4
27	6	8	2	4
28	7	7	0	0
29	6	7	1	1
30	8	10	2	4
31	6	6	0	0
32	8	10	2	4
33	7	8	1	1
34	8	9	1	1
35	8	9	1	1
36	7	9	2	4
37	7	9	2	4
38	7	8	1	1
39	6	8	2	4
40	6	8	2	4
41	7	9	2	4
รวม	$\bar{X}=6.88$	$\bar{X}=8.20$	$\sum D = 54$	$\sum D^2 = 102$

สูตร
$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$
 เมื่อ $df = n-1$

แทนค่าในสูตร
$$t = \frac{54}{\sqrt{\frac{(41 \times 102) - (54 \times 54)}{41-1}}}$$

$$= 9.60$$



ภาคผนวก ค

การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา rays ข้อ (IOC) ค่าความยากง่าย (p)
ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

การพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบก่อนเรียน
หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อความ	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
นักเรียนอธิบาย การกำเนิด ระบบสุริยะได้	1. Big Bang Theory เป็นทฤษฎีที่อธิบายถึง กำเนิด หรือความเป็นมาของอะไร ก. โลก ข. จักรวาล ค. ระบบสุริยะ ง. โลกและดวงจันทร์				
	2. ทฤษฎีที่กล่าวถึงการกำเนิดของระบบสุริยะ จักรวาลจากกลุ่มก๊าซและฝุ่นละออง ที่เรียกว่า ทฤษฎีเนบิวลา หมายถึงทฤษฎีของใคร ก. ทฤษฎีของเจมส์ ฮินส์ ข. ทฤษฎีของแมคเคลีย์ ค. ทฤษฎีของคานท์ และลาพลาส ง. ทฤษฎีของเฟรดฮอยล์ และฮานส์ อัลเฟน				
	3. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง ก. เนบิวลา คือ แหล่งกำเนิดดวงดาว ข. กาแล็กซีเปรียบเสมือนเมืองแห่งดวงดาว ค. กาแล็กซีทางช้างเผือกเกิดขึ้นเป็น กาแล็กซีแรก ง. เอกภพเกิดจากการระเบิดครั้งใหญ่ที่ เรียกว่า บิกแบง				
	4. ข้อใดเกี่ยวข้องกับกำเนิดระบบสุริยะ ก. ดาวหาง ข. แก๊สไฮโดรเจน ค. แก๊สไนโตรเจน ง. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อความ	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
นักเรียนอธิบายการกำเนิดระบบสุริยะได้	5. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับระบบสุริยะ ก. ระบบสุริยะ คือ ดาราจักร ข. ระบบสุริยะ คือ ดวงจันทร์ที่เป็นบริวารของดาวฤกษ์ ค. ระบบสุริยะ คือ กลุ่มดาวที่มองเห็นด้วยตาเปล่าเมื่อยืนอยู่บนโลก ง. ระบบสุริยะ คือ กลุ่มดาวที่หมุนอยู่ในวงโคจรภายใต้แรงดึงดูดของดวงอาทิตย์				
	6. เนบิวลามีความหมายตรงกับข้อใด ก. ทางช้างเผือก ข. เมืองแห่งดวงดาว ค. ดาวฤกษ์ที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ง. กลุ่มแก๊สขนาดใหญ่ที่ประกอบด้วยแก๊สไฮโดรเจนเป็นส่วนใหญ่				
นักเรียนอธิบายองค์ประกอบในระบบสุริยะได้	7. ระบบสุริยะจักรวาล ประกอบด้วย ก. ดวงจันทร์ ดาวฤกษ์ ดาวเคราะห์ ดาวหาง อุกกาบาต ข. ดวงอาทิตย์ กาแล็กซี ดาวเคราะห์ ดาวหาง อุกกาบาต ค. ดวงอาทิตย์ ดาวฤกษ์ ดาวเคราะห์ ดาวหาง อุกกาบาต ง. ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ ดาวเคราะห์ ดาวหาง อุกกาบาต				
	8. กาแล็กซีทางช้างเผือก มีรูปร่างเป็นแบบใด ก. กาแล็กซีรูปก้นหอย ข. กาแล็กซีรูปทรงรี ค. กาแล็กซีรูปทรงกลม ง. กาแล็กซีไร้รูปร่าง				
	9. ศูนย์กลางของระบบสุริยะจักรวาล คือสิ่งใด ก. ดวงอาทิตย์ ข. โลก ค. ดวงจันทร์ ง. ดาวศุกร์				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อความ	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
นักเรียนอธิบายองค์ประกอบในระบบสุริยะได้	10. ข้อใดเป็นลักษณะเด่นของดาวพฤหัสบดี ก. เป็นดาวเคราะห์สีแดง ข. มีวงแหวนขนาดใหญ่ล้อมรอบ ค. เป็นดาวเคราะห์ที่หนาวเย็นที่สุด ง. มีขนาดใหญ่ที่สุดในบรรดาดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ				
	11. ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด ก. มีการค้นพบสิ่งมีชีวิตบนดวงจันทร์ ข. มีการค้นพบสิ่งมีชีวิตบนดาวอังคาร ค. มีการค้นพบสิ่งมีชีวิตบนดาวเคราะห์น้อยเซเรส ง. ปัจจุบันมีข้อมูลเพียงว่าโลกเท่านั้นที่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่				
	12. ข้อใดเรียงลำดับขนาดของดาวเคราะห์จากขนาดใหญ่ไปหาขนาดเล็กได้ถูกต้อง ก. ดาวเนปจูน ดาวยูเรนัส ดาวศุกร์ โลก ข. ดาวเนปจูน ดาวยูเรนัส โลก ดาวศุกร์ ค. ดาวศุกร์ โลก ดาวเนปจูน ดาวยูเรนัส ง. ดาวยูเรนัส ดาวเนปจูน โลก ดาวศุกร์				
	13. การเกิดของระบบสุริยะจากเนบิวลา มวลสารส่วน มากจะกลายเป็นสิ่งใด ก. โลก ข. ดาวเคราะห์ ค. ดวงอาทิตย์ ง. ดาวเคราะห์น้อย				
	14. ดาวเคราะห์คู่ใดมีลักษณะเหมือนกันมากที่สุด ก. โลก - ดาวพฤหัสบดี ข. ดาวศุกร์ - ดาวอังคาร ค. ดาวเสาร์ - ดาวยูเรนัส ง. ดาวยูเรนัส - ดาวเนปจูน				

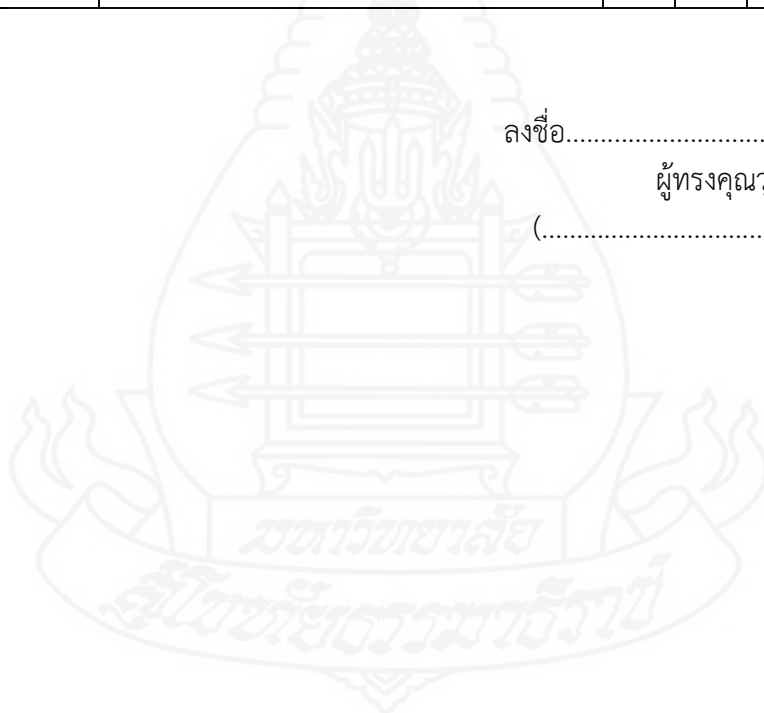
จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อความ	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
นักเรียนอธิบายองค์ประกอบในระบบสุริยะได้	15. ดาวเคราะห์ในระบบสุริยะดวงใดสามารถลอยน้ำได้เพราะเหตุใดจึงลอยน้ำได้ ก. ดาวศุกร์ เพราะมีพื้นผิวเรียบ ข. ดาวเสาร์ เพราะมีขนาดใหญ่ แต่มีมวลน้อย ค. ดาวพุธ เพราะมีขนาดเล็กที่สุดในระบบสุริยะ ง. ดาวยูเรนัส เพราะมีวงแหวนล้อมรอบในแนวตั้ง				
นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ของวัตถุต่างๆในระบบสุริยะได้	16. ข้อใดต่อไปนี้เป็นลักษณะที่สำคัญของดาวเคราะห์ ก. ดาวเคราะห์มีแสงสว่างในตัวเอง ข. ดาวเคราะห์มีแสงกระพริบในตัวเอง ค. ดาวเคราะห์มีการเคลื่อนที่ไม่อยู่ในตำแหน่งเดิม ง. ดาวเคราะห์มีการเกาะกลุ่มกันอยู่ในตำแหน่งเดิม				
	17. ข้อใดกล่าวถูกต้อง ก. ดาวทุกดวงในกาแล็กซีจะอยู่นิ่ง ข. กาแล็กซีรูปไข่เป็นกาแล็กซีที่มีอายุน้อยที่สุด ค. กาแล็กซีกังหันหมุนเท่านั้นที่มีการหมุนของดาวฤกษ์ ง. ดาวทุกดวงในกาแล็กซีมีการโคจรไปรอบศูนย์กลางของกาแล็กซี				
	18. การที่แกนโลกเอียงทำมุม 23 ½ องศา กับแนวตั้งฉากกับระนาบวงโคจรของโลกขณะโคจรรอบดวงอาทิตย์ ทำให้เกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติข้อใด ก. ฤดูกาล ข. สุริยุปราคา ค. น้ำขึ้นน้ำลง ง. จันทรุปราคา				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อความ	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
นักเรียนอธิบาย ความสัมพันธ์ ของวัตถุต่างๆ ในระบบสุริยะได้	19. นักวิทยาศาสตร์ทราบอายุของระบบสุริยะ ได้จากสิ่งใด (ว 7.1 ม.3/1) ก. ดาวหาง ข. ดวงอาทิตย์ ค. ดาวเคราะห์บางดวง ง. อุกกาบาตที่ตกลงมาสู่โลก				
	20. ดาวฤกษ์กำเนิดมาจากข้อใด ก. การระเบิดของเนบิวลา ข. การระเบิดของซูเปอร์โนวา ค. การรวมตัวกันของแก๊สและฝุ่นธุลีใน อวกาศ ง. การรวมตัวกันของดาวเคราะห์น้อยใน อวกาศ				

ลงชื่อ.....

ผู้ทรงคุณวุฒิ

(.....)



ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อสอบ
แต่ละข้อของแบบทดสอบก่อนเรียน หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	0	0	+1	0.33	ใช้ไม่ได้
3	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
5	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
15	0	0	+1	0.33	ใช้ไม่ได้
16	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
18	0	+1	0	0.33	ใช้ไม่ได้
19	0	0	+1	0.33	ใช้ไม่ได้
20	0	0	+1	0.33	ใช้ไม่ได้

ค่าความยากง่าย (P) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบก่อนเรียน
หน่วยที่ 7 วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (จำนวน 32 คน)

ข้อที่	ความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	แปลผลคุณภาพของข้อสอบ	ข้อสอบที่คัดออก
1	0.44	0.31	ใช้ได้	
2	0.63	0.25	ใช้ได้	
3	0.50	0.31	ใช้ได้	
4	0.47	0.28	ใช้ได้	
5	0.53	0.28	ใช้ได้	
6	0.69	0.31	ใช้ได้	
7	0.88	0.13	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง	×
8	0.91	0.09	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง	×
9	0.81	0.06	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง	×
10	0.50	0.25	ใช้ได้	
11	0.63	0.25	ใช้ได้	
12	0.50	0.25	ใช้ได้	
13	0.81	0.06	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง	×
14	0.69	0.31	ใช้ได้	
15	0.81	0.19	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง	×

ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ

P	Min	0.44
	Max	0.69
r	Min	0.25
	mix	0.31

แสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบก่อนเรียน
หน่วยที่ 7 เรื่อง ระบบสุริยะ วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

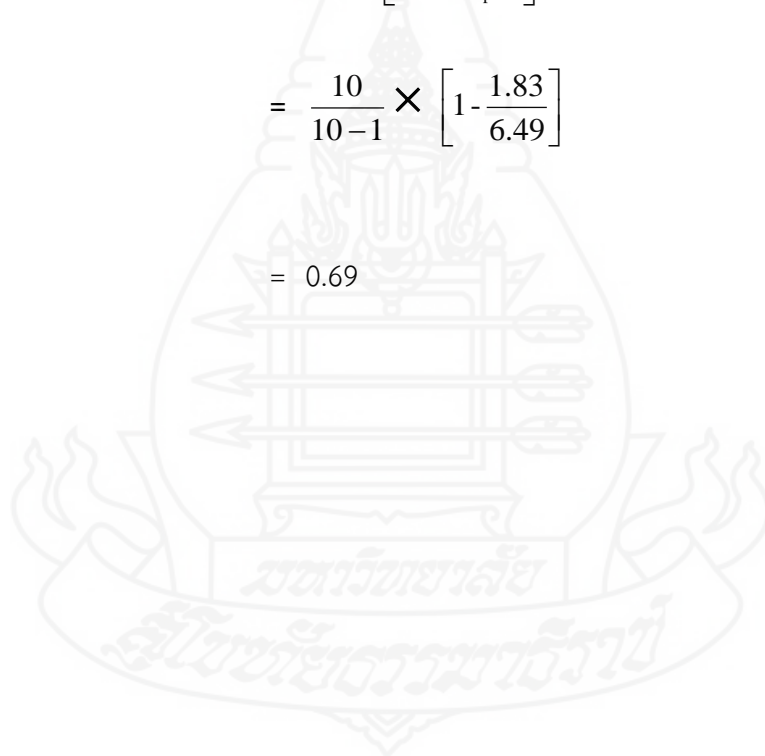
คนที่	ข้อที่										X	X ²
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	8	64
2	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	7	49
3	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	8	64
4	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	9	81
5	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	8	64
6	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	7	49
7	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	7	49
8	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9	81
9	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9	81
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
11	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	8	64
12	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	9	81
13	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	8	64
14	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	9	81
15	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	7	49
16	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9	81
17	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9	81
18	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	9	81
19	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	8	64
20	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	8	64
21	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	7	49
22	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	7	49
23	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	3	9
24	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	4
25	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	3	9
26	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	4
27	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	3	9
28	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	5	25
29	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	4	16
30	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	4
31	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	4
32	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	5	25
sum	22	25	13	27	23	10	23	12	28	28	211	1599
p	0.69	0.78	0.41	0.84	0.72	0.31	0.72	0.38	0.88	0.88	$\sum pq$ 1.83	
q	0.31	0.22	0.59	0.16	0.28	0.69	0.28	0.63	0.13	0.13		
pq	0.21	0.17	0.24	0.13	0.2	0.21	0.2	0.23	0.11	0.11		

คำนวณค่า $S_p^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2}$

แทนค่า $= \frac{32 \times 1,599 - (211)^2}{32^2}$
 $= 6.49$

สูตร $r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_p^2} \right]$

แทนค่า $= \frac{10}{10-1} \times \left[1 - \frac{1.83}{6.49} \right]$
 $= 0.69$



การพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบหลังเรียน
หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อความ	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
นักเรียนอธิบาย การกำเนิดระบบ สุริยะได้	1. ถ้าในกาแล็กซีไม่มีกลุ่มแก๊สต่างๆ และฝุ่น จุลิว นักเรียนคิดว่าเหตุการณ์ใดน่าจะเกิดขึ้นได้ มากที่สุด ก. เนบิวลาไม่สามารถเกิดขึ้นได้ ข. มีดาวฤกษ์เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ค. มีเฉพาะเนบิวลามืดเกิดขึ้นเท่านั้น ง. มีเฉพาะเนบิวลาสว่างเกิดขึ้นเท่านั้น				
	2. ถ้าในกาแล็กซีไม่มีกลุ่มแก๊สต่างๆ และฝุ่น จุลิว นักเรียนคิดว่าเหตุการณ์ใดน่าจะเกิดขึ้นได้ มากที่สุด ก. เนบิวลาไม่สามารถเกิดขึ้นได้ ข. มีดาวฤกษ์เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ค. มีเฉพาะเนบิวลามืดเกิดขึ้นเท่านั้น ง. มีเฉพาะเนบิวลาสว่างเกิดขึ้นเท่านั้น				
	3. ข้อใดอธิบายเกี่ยวกับเนบิวลามืดได้ถูกต้อง ที่สุด ก. เป็นกลุ่มแก๊สและฝุ่นจุลิวซึ่งเกิดการ ยุบตัว แล้ว ที่สะท้อนแสงสว่างจากดาวฤกษ์ ข. เป็นกลุ่มแก๊สและฝุ่นจุลิวซึ่งเกิดการ ยุบตัวแล้ว ที่ดูดกลืนแสงสว่างจากดาว ฤกษ์ ค. เป็นกลุ่มแก๊สและฝุ่นจุลิวที่ยังไม่เกิดการ ยุบตัว ที่สะท้อนแสงสว่างจากดาวฤกษ์ ง. เป็นกลุ่มแก๊สและฝุ่นจุลิวที่ยังไม่เกิดการ ยุบตัว ที่ดูดกลืนแสงสว่างจากดาวฤกษ์				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อความ	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
นักเรียนอธิบาย การกำเนิดระบบ สุริยะได้	<p>4. ข้อใดอธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีบิกแบงได้ถูกต้องที่สุด</p> <p>ก. เป็นการระเบิดอย่างรุนแรงของสารที่ร้อนจัด ซึ่งมีความเร็วสูงมาก และแผ่กระจายออกไปอย่างรวดเร็วซึ่งทำให้เกิดเอกภพขึ้น</p> <p>ข. เป็นการระเบิดอย่างรุนแรงของสารที่ร้อนจัด ซึ่งมีความเร็วสูงมาก จากนั้นจึงรวมตัวกันอย่างรวดเร็วซึ่งทำให้เกิดเอกภพขึ้น</p> <p>ค. เป็นการระเบิดอย่างรุนแรงของสารที่ร้อนจัด ซึ่งมีความหนาแน่นสูงมาก และแผ่กระจายออกไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งทำให้เกิดเอกภพขึ้น</p> <p>ง. เป็นการระเบิดอย่างรุนแรงของสารที่ร้อนจัด ซึ่งมีความหนาแน่นสูงมาก จากนั้นจึงรวมตัวกันอย่างรวดเร็ว ซึ่งทำให้เกิดเอกภพขึ้น</p>				
	<p>5. ข้อความใด ถูกต้อง เกี่ยวกับระบบสุริยะ</p> <p>1. มีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลาง</p> <p>2. เป็นส่วนหนึ่งของกาแล็กซีทางช้างเผือกหรือกาแล็กซีของเรา</p> <p>3. ดวงดาวที่มองเห็นด้วยตาเปล่าเมื่ออยู่บนโลกล้วนเป็นบริวารของดวงอาทิตย์ทั้งสิ้น</p> <p>4. มีดาวเคราะห์ 8 ดวง ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง อุกกาบาตและดวงจันทร์ที่โคจรอยู่รอบดาวเคราะห์เป็นบริวาร</p> <p>ก. ข้อ 1 และ 2</p> <p>ข. ข้อ 2 และ 3</p> <p>ค. ข้อ 1 , 2 และ 3</p> <p>ง. ข้อ 2 , 3 และ 4</p>				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อความ	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
นักเรียนอธิบายองค์ประกอบในระบบสุริยะได้	6. เหตุใดดาวเคราะห์ทั้ง 8 ดวงจึงต้องโคจรรอบดวงอาทิตย์ ก. เพราะดวงอาทิตย์มีขนาดใหญ่กว่ามาก ข. เพราะดวงอาทิตย์มีแรงโน้มถ่วงมาก ค. เพราะดวงอาทิตย์มีแสงสว่างในตัวเอง ง. เพราะดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ				
	7. ทฤษฎีบิกแบง หรือทฤษฎีการระเบิดครั้งยิ่งใหญ่เป็นที่ยอมรับมากกว่าทฤษฎีอื่นเพราะเหตุใด ก. การค้นพบควอซาร์ ข. การค้นพบรังสีความร้อน ค. การขยายตัวของระบบสุริยะอย่างต่อเนื่อง ง. ทั้ง 3 ข้อรวมกัน				
	8. ลักษณะของกาแล็กซีในข้อใดคล้ายคลึงกับกาแล็กซี ทางช้างเผือกมากที่สุด ก. กาแล็กซีที่มีรูปร่างกลมหรือกลมรี ข. กาแล็กซีที่มีรูปร่างไม่แน่นอน และส่วนใหญ่จะเป็นกาแล็กซีขนาดเล็ก ค. กาแล็กซีที่ตรงกลางมีลักษณะคล้ายกับคาน และมีแขนหมุนต่อออกจากปลายคานทั้งสอง ง. กาแล็กซีที่เมื่อมองจากด้านข้างจะมีลักษณะคล้ายกับจาน 2 ใบ ประกบกัน				
	9. เขตนอกสุดของเขตพื้นที่รอบดวงอาทิตย์ ได้แก่วัตถุข้อใด ก. ดาวหาง ข. อุกกาบาต ค. ดาวเคราะห์ ง. ข้อ 1 และ ข้อ 2 ถูกต้อง				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อความ	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
นักเรียนอธิบายองค์ประกอบในระบบสุริยะได้	10. อ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม 1. ดาวฤกษ์มีแสงสว่างและความร้อนในตัวเอง 2. แสงสว่างของดาวเคราะห์เกิดจากแสงสะท้อนของดวงอาทิตย์ 3. ดาวฤกษ์มีขนาดไม่แน่นอน ส่วนดาวเคราะห์มีขนาดเล็กและขนาดเท่ากัน ข้อใดคือความแตกต่างของดาวฤกษ์และดาวเคราะห์ ก 1 และ 2 ข 2 และ 3 ค 1 และ 3 ง 1, 2 และ 3				
	11. ดาวเคราะห์ชั้นใน ได้แก่ข้อใด ก. โลกกับดาวอังคาร ข. ดาวศุกร์กับโลก ค. ดาวพุธกับดาวศุกร์ ง. ถูกทุกข้อ				
	12. ปฏิกริยาในข้อใดเกี่ยวข้องกับดวงอาทิตย์ ก. ปฏิกริยาออโรรา ข. ปฏิกริยาซูเปอร์โนวา ค. ปฏิกริยานิวเคลียร์ฟิวชัน ง. ปฏิกริยานิวเคลียร์ฟิชชัน				
	13. ระบบสุริยะอยู่ในดาราจักรทางช้างเผือก ซึ่งจัดว่ามีรูปร่างลักษณะอย่างไร ก. ดาราจักรรูปร่างรี ข. ดาราจักรรูปก้นหอย ค. ดาราจักรรูปก้นหอยมีคาน ง. มีรูปร่างไม่แน่นอน				

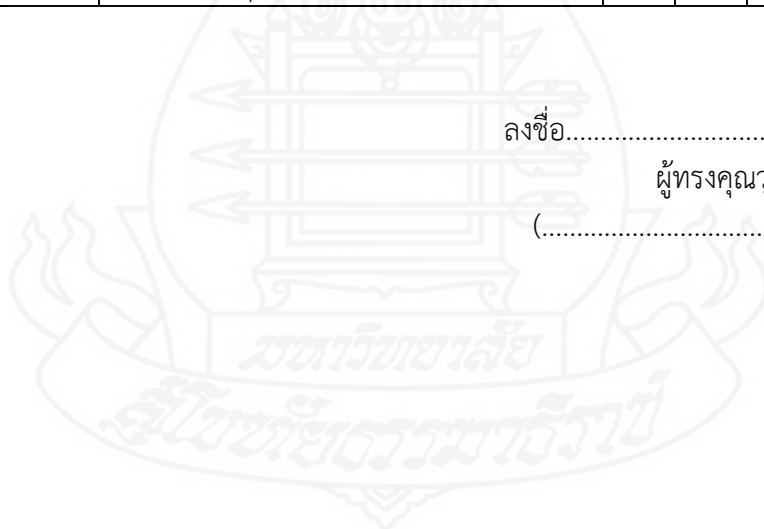
จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อความ	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	14. ข้อใดกล่าวผิด ก. ดาวตกเป็นสะเก็ดของดาวหาง ข. ดาวหางไม่มีแสงสว่างในตัวเอง เช่นเดียวกับดาวฤกษ์ ค. มวลของดาวหางบางส่วนจะหายไปทุก รอบของการโคจร ง. คนบนโลกจะสังเกตเห็นดาวหางเมื่อดาว หางอยู่ใกล้โลก				
	15. ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้องที่สุด ก. ดาวอังคารเป็นดาวเคราะห์ที่มีขนาดใหญ่ ที่สุด ข. โลกเป็นดาวเคราะห์ดวงในที่มีดวงจันทร์ เป็นบริวาร 1 ดวง ค. ดาวพุธเป็นดาวเคราะห์ดวงใน และมี ขนาดเท่ากับโลก ง. ดาวศุกร์เป็นดาวเคราะห์ดวงในที่มองเห็น จากพื้นโลกมีสีแดง				
นักเรียนอธิบาย ความสัมพันธ์ของ วัตถุต่างๆ ใน ระบบสุริยะได้	16. ข้อใดกล่าวถึงกาแล็กซีได้อย่างถูกต้องที่สุด ก. ดวงดาวที่อยู่รวมเป็นกลุ่มในเอกภพ ข. ดวงดาวที่เกิดจากการรวมตัวกันของ ดาวฤกษ์ ค. ดวงดาวที่เกิดจากการรวมตัวกันของ ดาวเคราะห์ ง. ดวงดาวที่อยู่เป็นกระจุกหรือ กระจัดกระจายในเอกภพ				
	17. ข้อใดเรียงลำดับจากขนาดใหญ่ไปหาขนาด เล็กได้ถูกต้อง ก. เอกภพ ระบบสุริยะ ดาราจักร ข. ดาราจักร เอกภพ ระบบสุริยะ ค. เอกภพ ดาราจักร ระบบสุริยะ ง. ระบบสุริยะ เอกภพ ดาราจักร				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อความ	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
นักเรียนอธิบาย ความสัมพันธ์ของ วัตถุต่างๆ ใน ระบบสุริยะได้	18. ดาวเคราะห์ดวงใดที่มีขนาดใกล้เคียงกับโลก มากที่สุด ก. ดาวพุธ ข. ดาวศุกร์ ค. ดาวอังคาร ง. ดาวเนปจูน				
	19. ดาวเคราะห์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดคือดาวอะไร ก. ดาวเสาร์ ข. ดาวอังคาร ค. ดาวพฤหัสบดี ง. ดาวยูเรนัส				
	20. ดาวเคราะห์ดวงใดในระบบสุริยะที่มีดวง จันทร์บริวารมากที่สุด ก. ดาวเนปจูน ข. ดาวเสาร์ ค. ดาวอังคาร ง. ดาวพฤหัสบดี				

ลงชื่อ.....

ผู้ทรงคุณวุฒิ

(.....)



ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อสอบ
แต่ละข้อของแบบทดสอบหลังเรียน หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	0	0	+1	0.33	ใช้ไม่ได้
3	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
5	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	0	0	+1	0.33	ใช้ไม่ได้
8	0	0	+1	0.33	ใช้ไม่ได้
9	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	0	0	+1	0.33	ใช้ไม่ได้
11	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
16	+1	0	0	0.33	ใช้ไม่ได้
17	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
18	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
19	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
20	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้

ค่าความยากง่าย (P) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบหลังเรียน
 หน่วยที่ 7 วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ
 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (จำนวน 32 คน)

ข้อที่	ความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	แปลผลคุณภาพของข้อสอบ	ข้อสอบที่คัดออก
1	0.44	0.31	ใช้ได้	
2	0.53	0.22	ใช้ได้	
3	0.81	0.06	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง	×
4	0.31	0.19	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง	×
5	0.53	0.28	ใช้ได้	
6	0.63	0.00	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง	×
7	0.66	0.22	ใช้ได้	
8	0.50	0.25	ใช้ได้	
9	0.50	0.31	ใช้ได้	
10	0.50	0.25	ใช้ได้	
11	0.41	0.22	ใช้ได้	
12	0.50	0.25	ใช้ได้	
13	0.75	0.25	ใช้ได้	
14	0.88	0.13	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง	×
15	0.81	0.19	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง	×

ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ

P	Min	0.41
	Max	0.75
r	Min	0.22
	mix	0.31

แสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 7 เรื่อง ระบบสุริยะ วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

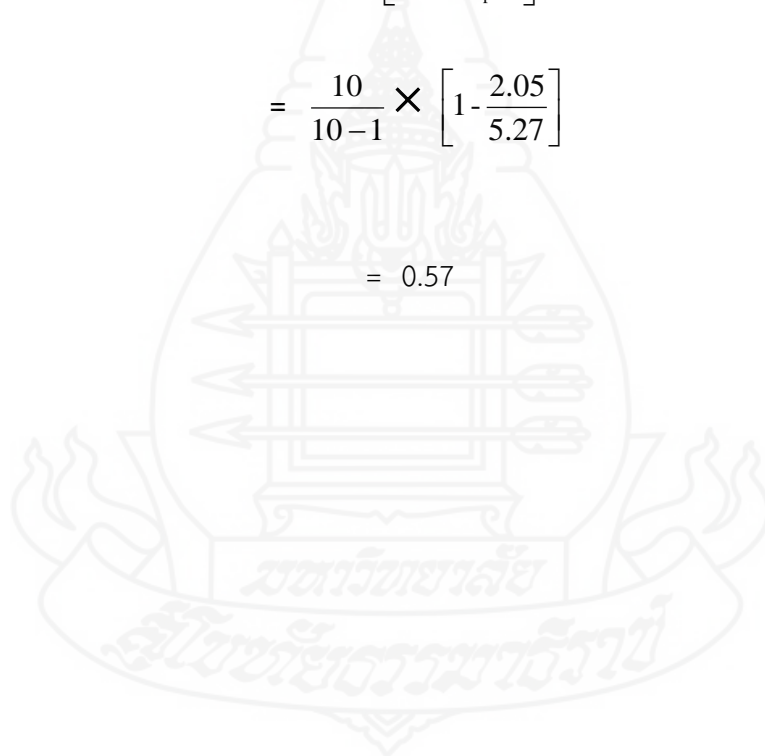
คนที่	ข้อที่										X	X ²
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	6	36
2	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	7	49
3	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	7	49
4	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	9	81
5	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	6	36
6	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	7	49
7	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	6	36
8	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	8	64
9	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	8	64
10	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	8	64
11	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	8	64
12	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	8	64
13	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	8	64
14	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	8	64
15	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	5	25
16	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	8	64
17	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9	81
18	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	7	49
19	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	7	49
20	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	7	49
21	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	6	36
22	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	6	36
23	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	4
24	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	4
25	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	4
26	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	4
27	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	3	9
28	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	6	36
29	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	4	16
30	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
31	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	3	9
32	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	5	25
Sum	19	15	13	27	23	9	23	12	20	28	189	1285
p	0.59	0.47	0.41	0.84	0.72	0.28	0.72	0.38	0.63	0.88	$\sum pq$ 2.05	
q	0.41	0.53	0.59	0.16	0.28	0.72	0.28	0.63	0.38	0.13		
pq	0.24	0.25	0.24	0.13	0.2	0.2	0.20	0.23	0.23	0.11		

คำนวณค่า $S_p^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2}$

แทนค่า $= \frac{32 \times 1,285 - (189)^2}{32^2}$
 $= 5.27$

สูตร $r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_p^2} \right]$

แทนค่า $= \frac{10}{10-1} \times \left[1 - \frac{2.05}{5.27} \right]$
 $= 0.57$



ภาคผนวก ง

แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนและตารางวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักเรียน



**แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท**

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามนี้สร้าง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท
2. โปรดแสดงความคิดเห็นต่อข้อความในแต่ละรายการว่ามีความเหมาะสมเพียงใด โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านตามความเป็นจริง

เกณฑ์การพิจารณา

ระดับ 5 คะแนน	หมายถึง	มีความพึงพอใจมากที่สุด
ระดับ 4 คะแนน	หมายถึง	มีความพึงพอใจมาก
ระดับ 3 คะแนน	หมายถึง	มีความพึงพอใจปานกลาง
ระดับ 2 คะแนน	หมายถึง	มีความพึงพอใจน้อย
ระดับ 1 คะแนน	หมายถึง	มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

ที่	รายการที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนมีขนาดตัวอักษรมีความเหมาะสม อ่านง่าย ชัดเจน จูงใจให้อ่าน					
2	หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนมีภาพประกอบสื่อความหมาย และสัมพันธ์กับเนื้อหา					
3	หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนมีเนื้อหาชัดเจน เข้าใจง่าย เรียงลำดับจากง่ายไปหายาก					
4	หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนมีจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ชัดเจน					
5	หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนมีเนื้อหาเหมาะสมกับระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
6	กิจกรรมในหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
7	หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนทำให้นักเรียนสนใจและเข้าใจบทเรียนมากยิ่งขึ้น					

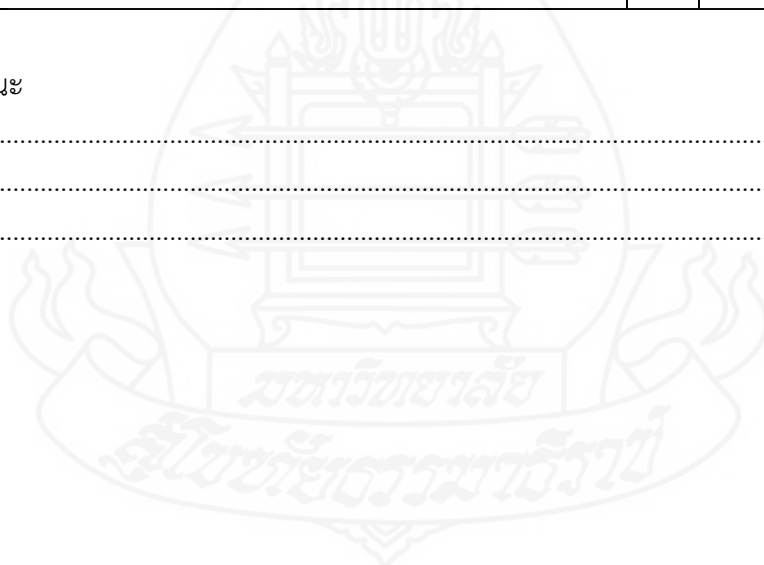
ที่	รายการที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
8	หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนมีขั้นตอนการปฏิบัติชัดเจนสามารถปฏิบัติตามได้ง่าย					
9	หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้					
10	หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการสืบเสาะหาความรู้มากขึ้น					
11	นักเรียนทุกคนได้เป็นผู้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองหรือร่วมกับกลุ่มทุกกิจกรรม					
12	หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนทำให้นักเรียนสนุกกับการเรียนวิทยาศาสตร์					
13	นักเรียนได้ทราบผลความก้าวหน้าและข้อบกพร่องของตนเองอยู่เสมอ					
14	ส่งเสริมการทำงานเป็นกลุ่ม มีความสุขกับการทำงาน					
15	นักเรียนได้ศึกษาและทบทวนบทเรียนได้ด้วยตนเองนอกเวลาเรียน					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....





ภาคผนวก จ

แบบประเมินคุณภาพของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน
(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคโนโลยี)

แบบประเมินคุณภาพหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ
(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคโนโลยี)

คำชี้แจง โปรดประเมินคุณภาพของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ตามความคิดเห็นของท่านโดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ในช่องประเมิน ซึ่งมีอยู่ 5 ระดับ ดังนี้

- | | | |
|---|---------|-------------------------|
| 5 | หมายถึง | มีคุณภาพในระดับดีมาก |
| 4 | หมายถึง | มีคุณภาพในระดับดี |
| 3 | หมายถึง | มีคุณภาพในระดับปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | มีคุณภาพในระดับพอใช้ |
| 1 | หมายถึง | มีคุณภาพในระดับปรับปรุง |

รายการ	ระดับคุณภาพ				
	5	4	3	2	1
1. การใช้แอปพลิเคชัน ใช้งานง่าย ไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน					
2. เนื้อหามีที่เรียงลำดับที่ต่อเนื่อง					
3. ปริมาณข้อมูลในแต่ละหัวข้อมีความเหมาะสม					
4. ภาพ เสียงและวิดีโอที่ใช้ประกอบมีความเหมาะสมกับเนื้อหา					
5. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย					
6. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบก่อนและหลังเรียนเพื่อวัดความรู้					
7. การใช้รูปภาพมีความเหมาะสมกับเนื้อหา					
8. การใช้ขนาดและรูปแบบตัวอักษรมีความเหมาะสม					
9. ความรวดเร็วในการเชื่อมโยงข้อมูล					
10. วิดีโอมีความสอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหา					

โดยภาพรวมหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคุณภาพอยู่ในระดับ

ดีมาก
 ดี
 ปานกลาง
 พอใช้
 ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยี

ภาคผนวก ฉ

แบบประเมินคุณภาพของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน
(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา)



แบบประเมินคุณภาพหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ
(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา)

คำชี้แจง โปรดประเมินคุณภาพของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ตามความคิดเห็นของท่านโดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ในช่องประเมิน ซึ่งมีอยู่ 5 ระดับ ดังนี้

- | | | |
|---|---------|-------------------------|
| 5 | หมายถึง | มีคุณภาพในระดับดีมาก |
| 4 | หมายถึง | มีคุณภาพในระดับดี |
| 3 | หมายถึง | มีคุณภาพในระดับปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | มีคุณภาพในระดับพอใช้ |
| 1 | หมายถึง | มีคุณภาพในระดับปรับปรุง |

รายการ	ระดับคุณภาพ				
	5	4	3	2	1
1. เนื้อหามีความถูกต้อง					
2. เนื้อหาบทเรียน สอดคล้องครอบคลุมวัตถุประสงค์					
3. อธิบายเนื้อหาถ่ายทอดการเข้าใจ มีความชัดเจน					
4. ความเหมาะสมของรูปภาพต่อเนื้อหาของเรื่อง					
5. ความเหมาะสมของเนื้อหาที่ระดับผู้เรียน					
6. ปริมาณของเนื้อหาในแต่ละเรื่องมีความเหมาะสม					
7. ความสอดคล้องของรูปภาพกับคำบรรยายในเนื้อหา					
8. ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสมถูกต้อง					
9. เนื้อหาที่มีความทันสมัย					
10. สรุปเนื้อหาแต่ละหน่วยถูกต้อง กระชับ ชัดเจน					

โดยภาพรวมหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคุณภาพอยู่ในระดับ

- ดีมาก
 ดี
 ปานกลาง
 พอใช้
 ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
 (.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

ภาคผนวก ข

แบบประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ
(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านวัดและประเมินผลหนังสือเรียน)



แบบประเมินคุณภาพแบบทดสอบ หนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ
(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านวัดผลประเมินผล)

คำชี้แจง โปรดประเมินคุณภาพแบบทดสอบ ของหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยนาท ตามความคิดเห็นของท่านโดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ในช่องประเมิน

รายการ	ระดับคุณภาพ				ความคิดเห็นเพิ่มเติม
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	ปรับปรุง	
1. แบบทดสอบมีความสอดคล้องกับบทเรียน					
2. แบบทดสอบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้					
3. เนื้อหาในแบบทดสอบมีความยากง่ายเหมาะสม					
4. ความเหมาะสมในจำนวนข้อในแบบทดสอบ					
5. การใช้ภาษาในการตั้งคำถาม ชัดเจน เหมาะสม					
6. รูปแบบการประเมินเหมาะสมกับเนื้อหาการเรียนรู้					
7. เนื้อหาการทดสอบมีความเหมาะสมกับระยะเวลาที่กำหนด					
8. หลักเกณฑ์การคิดคะแนนมีส่วนชัดเจน เหมาะสม					
9. ข้อความในตัวเลือกรูปแบบทดสอบมีอำนาจจำแนกได้					
10. สามารถใช้ประโยชน์จากผลการทดสอบเพื่อการพัฒนาได้					

โดยภาพรวมหนังสือเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคุณภาพอยู่ในระดับ

ดีมาก ดี ปานกลาง ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดประเมินผล

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	นายอภิรักษ์ สุโส
วัน เดือน ปีเกิด	5 ตุลาคม 2523
สถานที่เกิด	อำเภอเก้าเลี้ยว จังหวัดนครสวรรค์
ประวัติการศึกษา	ครุศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) สถาบันราชภัฏนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ พ.ศ. 2546
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนวัดโบสถ์ราษฎร์บำรุง อำเภอสรรคบุรี จังหวัดชัยนาท 17140
ตำแหน่ง	ครู

